58,532
Supp. B

Digitized by the Internet Archive
in 2016

https://archive.org/details/b28748852

INTRODUCTION

A

LA MINÉRALOGIE.

LE NORMANT FILS, IMPRIMEUR DU ROI,
RUE DE SEINE, N° 8.

INTRODUCTION

A

LA MINÉRALOGIE,

OU

EXPOSÉ

DES PRINCIPES DE CETTE SCIENCE

ET DE CERTAINES PROPRIÉTÉS DES MINÉRAUX,

CONSIDÉRÉES PRINCIPALEMENT DANS LA VALEUR QU'ON PEUT LEUR ATTRIBUER COMME CARACTÈRES;

PAR ALEXANDRE BRONGNIART,

MEMBRE DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

(Article inséré dans le tome XXXI du *Dictionnaire des Sciences naturelles*, au mot MINÉRALOGIE.)

PARIS,

F. G. LEVRAULT, LIBRAIRE-ÉDITEUR,

RUE DES FOSSÉS M. LE PRINCE, N° 31.

1824.

311223

WELLCOME
HISTORICAL
MEDICAL
LIBRARY

INTRODUCTION

A

LA MINÉRALOGIE.

On va exposer dans cet article les principes et les généralités qu'on peut regarder comme les fondemens de la minéralogie. On y réunira ces considérations générales que Linnæus a désignées sous le nom de *philosophie* de la science ; mais on ne les développera pas toutes, plusieurs de ces généralités et des propriétés qu'elles ont pour objet, telles que la cristallisation, l'électricité, etc., demandant par leur étendue ou leur spécialité, à être traités séparément. On s'attachera surtout à discuter l'importance de ces propriétés et la valeur qu'on doit leur attribuer pour la distinction des espèces ou des variétés.

OBJET ET BUT DE LA MINÉRALOGIE.

Cette science a pour objet l'étude des minéraux et pour but d'arriver à la connoissance la plus complète des corps inorganisés, mais seulement de ceux qui ont été formés naturellement et qui entrent dans la composition de la masse de la terre et de ses dépendances immédiates. Elle ne doit

donc embrasser dans ses considérations ni les corps inorganiques qui font partie des animaux et des végétaux, ou qui en sont le produit direct, tels que les graisses, les résines, le camphre, le sucre, etc., ni ceux qui sont dus aux travaux des hommes. Une histoire complète des corps inorganisés pourroit seule renfermer celle de tous ces corps; la minéralogie n'en est qu'une partie. Nous venons de fixer les limites qu'on doit mettre à cette partie et de spécifier les corps qui sont l'objet de son étude.

La minéralogie, prise dans toute son extension, ne se contente pas de présenter l'histoire naturelle des minéraux, c'est-à-dire celle de leurs propriétés et de leurs rapports entre eux et avec les autres corps de la nature, elle peut encore avoir pour objet la connoissance des rapports de ces corps avec nous, tant dans la liaison de leur histoire avec celle des connoissances humaines que dans les applications qu'on peut en faire à ce que nous appelons nos besoins, à nos usages, et même à nos plaisirs.

Le premier ordre de considérations constitue dans la minéralogie l'histoire naturelle des minéraux. Le second ordre constitue plutôt l'histoire des minéraux. On pourroit lui donner une extension presque indéfinie si on vouloit suivre les minéraux dans les dernières ramifications de leur histoire et de leur emploi; mais ce seroit sortir des limites de la science, limites déjà même très-étendues par ce second ordre de considérations.

La minéralogie technologique ne considère que les applications ou l'emploi immédiat des minéraux, ceux dans lesquels ils se présentent sans altération et pour jouer le rôle principal; telles sont les pierres gemmes considérées comme objet d'ornement, les pierres en masse considérées comme objet de construction; tels sont les usages immédiats de l'émeril, du lazulite, de la houille, du succin, etc.

Nous considérerons donc les minéraux sous deux points de vue principaux.

L'Histoire naturelle des minéraux, qui se compose :

1.° De la minéralogie scientifique, ou de ce qui constitue la connoissance des minéraux dans leur essence, ou dans

leur nature et leurs propriétés, d'où résultent leur différence ou leur ressemblance entre eux.

2.° De la minéralogie géognostique, c'est-à-dire de la science qui considère les minéraux dans leur position dans le sein de la terre, dans leurs connexions entre eux, ainsi que dans les circonstances et la succession de leur formation.

L'Histoire des minéraux, qui se compose :

1.° De la minéralogie historique, ou de l'histoire des minéraux dans leurs rapports avec les progrès de nos connoissances, etc.

2.° De la minéralogie technologique, ou de la connoissance des minéraux dans leur application à nos usages, quels qu'ils soient.

Avant d'étudier les espèces minérales sous ces quatre points de vue, nous devons examiner quelles règles doivent nous diriger dans cette étude, quels moyens nous devons employer pour la rendre complète, et quelles connoissances générales nous devons acquérir sur les minéraux, pour les appliquer à la connoissance de chaque espèce.

PREMIÈRE CONSIDÉRATION.

MINÉRALOGIE SCIENTIFIQUE.

Art. I. *Définition des minéraux, ce qui les distingue des autres corps de la nature.*

La première connoissance à acquérir, c'est de déterminer nettement en quoi un corps inorganisé diffère d'un corps organisé, et par conséquent ce qui distingue les minéraux ou corps bruts, des animaux et des végétaux ou corps vivans ; ensuite de développer les propriétés caractéristiques qui établissent ces différences ; enfin d'examiner quelles sont les autres propriétés ou particulières aux minéraux, ou communes à un grand nombre d'entre eux.

Les différences qui distinguent les corps inorganisés des corps organisés ou vivans, se tirent de leur structure, et surtout de leur manière de se former et de croître.

Dans les corps organisés, les parties qui composent l'*être* ou le tout sont dissemblables et différentes les unes des autres par

leur forme, leur nature, leur arrangement, et par beaucoup d'autres propriétés : aucune de ces parties n'est complétement semblable au tout qu'elles composent. Les matières qui concourent à l'accroissement du tout sont transportées dans son intérieur par des *organes* qui ont la propriété de les modifier, de les charrier dans toutes les parties des corps organisés, de les assimiler à ces parties, et de concourir ainsi à leur croissance du dedans en dehors; l'augmentation vient nécessairement de l'intérieur. Il existe donc dans les corps organisés une action ou circulation intérieure qui les distingue essentiellement des corps bruts. Ce mode de croître, propre aux êtres *vivans*, s'appelle, comme on le sait, *intus-susception*.

Ainsi les corps organisés ou vivans sont composés de *parties dissimilaires*, et *croissent par intus-susception*.

Nous n'insistons pas davantage sur les caractères essentiels de ces corps : ils sont développés dans tous les ouvrages d'Histoire naturelle générale, de zoologie, de physiologie, etc.; et d'ailleurs les caractères opposés des corps inorganisés, les feront mieux ressortir.

Les corps bruts ou inorganisés, dont les minéraux font la plus grande partie, qui sont les élémens de tous les autres, ne présentent dans leur structure intime aucune partie dissemblable, ne montrent dans l'intérieur de leur masse aucun de ces appareils qu'on nomme *organe;* chaque partie est exactement semblable au tout. Ce tout n'est donc lui-même qu'une masse résultante de l'aggrégation des parties similaires qui s'appliquent par une force de cohésion à l'extérieur.

Un corps, ou plutôt une masse inorganique, est donc composé de *parties similaires* (1), et *croît par juxta-position*.

Il y a entre les corps inorganisés et les corps organisés une autre différence assez remarquable, quoiqu'elle soit moins déterminée, moins absolue, et qu'elle ne nous semble même pas essentiellement distinctive de ces deux classes de corps : mais elle se présente si fréquemment, elle est surtout si exclusive lorsqu'on la considère dans les corps organisés, qu'on

(1) Il ne faut pas prendre les parties dissemblables dont sont composés les MINÉRAUX MÉLANGÉS pour des molécules dissimilaires.

doit la placer au moins en seconde ligne. Cette différence est celle qui se montre entre les formes extérieures des corps organisés, et celles des corps inorganisés.

Dans les premiers toutes les formes sont arrondies au moins dans un sens, c'est-à-dire cylindroïdes. On n'y voit jamais ni arête vive, ni angle solide déterminable et constant, rarement y trouve-t-on quelques faces planes, et même ne le sont-elles que partiellement, imparfaitement et passagèrement.

Dans les corps inorganiques, dans ceux qui seuls doivent être considérés comme un tout, une unité complète et terminée, et non comme une association grossière de plusieurs unités, les formes sont angulaires, les faces sont souvent parfaitement plates, les arêtes rectilignes, et les angles solides bien déterminés et d'une valeur constante.

Quand ces corps prennent des formes arrondies, ce qui est une exception rare et même limitée à un petit nombre d'espèces, cela tient ou à des circonstances particulières propres à certains cas, comme dans les diamans, les calcaires ferrifères et magnésiens, etc., ou bien à ce que ce sont des aggrégations grossières de plusieurs unités, ou parties indépendantes; tel est le cas des stalactites, des hématites et de toutes les concrétions.

Mais si les formes arrondies peuvent quelquefois se présenter dans le règne inorganique, l'inverse n'est pas vrai, et les formes angulaires sont absolument étrangères aux corps organisés; car il ne faut pas regarder comme formes angulaires les tiges prismatiques de quelques végétaux, les graines polygones, etc., ni comme corps organiques les matières cristallines, même de composition animale ou végétale, qui peuvent se trouver dans ces corps, tels que le cétin, l'acide urique, le sucre, le camphre, etc. Ces corps sont de vrais corps inorganiques d'origine animale ou végétale, analogues par leur manière de se former et de croître aux corps inorganiques minéraux; ils n'en diffèrent que par leur composition chimique.

Il résulte de ces définitions et des distinctions qu'elles établissent, une conséquence assez importante pour la métaphysique de la minéralogie, c'est celle qui est relative à l'*individu*.

Dans les règnes organiques il y a des *individus*, c'est-à-dire des êtres qui ne peuvent être divisés sans être détruits, ou en totalité, ou dans l'une de leurs parties. Dans les corps bruts, et par conséquent dans les minéraux, on ne voit plus d'individus, ces corps peuvent être divisés sans être détruits. les parties séparées sont semblables par toutes leurs propriétés essentielles, et entre elles et à la masse qu'elles forment. Cette masse peut être divisée presque à l'infini en petites parties qui ne diffèrent point les unes des autres. Un cristal est une masse limitée, mais n'est point un individu, quoique, dans quelques cas, les fragmens aient une forme différente de celle que le cristal présentoit avant d'avoir été brisé.

Cependant, si dans les minéraux il n'y a pas d'individus isolés et visibles comme dans les animaux et les végétaux, on doit rechercher s'il n'y a pas dans les corps bruts une abstraction à laquelle on puisse appliquer ce nom, c'est-à-dire s'il n'est pas possible de se les figurer dans un état tel qu'on ne puisse plus les diviser sans les détruire, ce qui est le caractère de l'*être* ou de l'*individu*.

La molécule intégrante, telle que les physiciens et les chimistes la conçoivent, ne pouvant être divisée sans être décomposée, c'est-à-dire détruite, peut être regardée comme le véritable *individu* minéralogique. Elle paroît remplir toutes les conditions attachées à ce mot. En effet, il y a peu de doute que si nous avions des organes assez délicats pour apercevoir les molécules intégrantes d'un corps, nous les verrions toutes, non seulement semblables, mais égales entre elles, et par cela même d'une ressemblance beaucoup plus parfaite que celle qui existe entre les individus parmi les animaux et parmi les végétaux.

Les échantillons ou les fragmens visibles des minéraux sont donc des aggrégations formées de molécules intégrantes ou d'*individus*, tantôt tous semblables comme dans les minéraux parfaitement homogènes, tantôt différens les uns des autres, parce qu'ils appartiennent à des espèces différentes, comme dans les minéraux mélangés ou souillés de matières étrangères.

Les pierres mélangées sont pour nous ce que seroit un polypier composé, tantôt d'une seule espèce de polype, tantôt de plusieurs espèces, vivant entrelacées. Si nous n'avions pas

des yeux propres à distinguer les individus qui composent ces polypiers, nous n'y verrions que des masses semblables par leur couleur, par leur aspect, par leur cassure, mais variables par leur forme et par leur grosseur, et susceptibles d'être divisées sans être détruites, tant que cette division n'agira pas sur les polypes.

On doit seulement remarquer qu'en minéralogie on n'a jamais vu les individus isolés, ils sont toujours aggrégés. Cette aggrégation des individus paroît même être une suite de leur simplicité. Ainsi les individus minéraux, qui sont les plus simples de tous, sont constamment aggrégés, comme on vient de le faire remarquer. Les végétaux qui paroissent être les corps les plus simples après les minéraux, sont des aggrégations d'individus composés chacun de toutes les parties essentielles à leur existence. Ces individus aggrégés sont même susceptibles d'être séparés jusqu'à un certain point, sans être détruits, comme l'observation et l'expérience des boutures le prouvent.

Parmi les animaux, les individus les plus simples, tels que les polypes et quelques vers, s'aggrègent, soit en se liant sur une tige commune, soit en se rapprochant seulement, tandis que les animaux d'un ordre plus élevé, les quadrupèdes, les oiseaux, sont des individus réels parfaitement simples et isolés, qu'on ne peut diviser en aucune manière sans opérer leur destruction totale, ou au moins partielle.

Le véritable *individu minéralogique* est donc la molécule intégrante.

Nous sommes descendus par ces considérations à l'abstraction la plus simple, et nous avons acquis par là les moyens de remonter régulierement, et presque sans arbitraire, à des abstractions d'un ordre supérieur, c'est-à-dire à celles qu'on nomme espèce, genre, ordre, classe, etc. Mais, pour établir ces groupes avec la précision que nous devons y apporter, il faut épuiser, pour ainsi dire, l'étude de tout ce qui appartient aux propriétés particulières des minéraux, à ce qu'on appelle leurs caractères, et évaluer l'importance de ces propriétés ou caractères, c'est-à-dire chercher à reconnoître celles qui sont essentielles à l'individu qui le forme, ou qu'il est, celles qui appartiennent aux masses qu'il forme

et enfin celles qui ne sont qu'accessoires, c'est-à-dire qui sont dues à des circonstances particulières dans lesquelles s'est faite l'aggrégation des individus, ou à des corps étrangers qui sont venus se mêler avec eux.

Ces considérations appartiennent aussi, et peut-être même plus essentiellement encore à la classification : mais celle-ci ne pouvant être établie philosophiquement qu'au moyen des propriétés que présentent les minéraux, et de la valeur de ces propriétés, il faut nécessairement connoître ces propriétés générales, et les apprécier à leur véritable valeur, avant de les employer pour réunir les minéraux en groupes, sous les noms d'espèces, de genres, etc.

D'après ce que nous venons d'établir, on est amené à considérer les propriétés des minéraux en raison de leur importance, et à les distinguer en trois classes.

1.° Celles qui tiennent à l'essence de l'individu minéralogique, qui le constituent ce qu'il est, sans lesquelles il n'existeroit pas, ou, ce qui revient au même, celles qui tiennent à sa composition. Ce sont les *caractères chimiques*, tant les essentiels que ceux qui dérivent de la nature chimique, tels que l'odeur, la saveur, la fusibilité, etc.

2.° Les propriétés qui résultent essentiellement de la nature du minéral, c'est-à-dire de sa composition chimique, mais qui se manifestent uniquement par son action sur certains corps, sans altération de l'individu minéralogique ni de ses aggrégations. Ce sont les *propriétés* qu'on appelle *physiques*. Ces propriétés peuvent appartenir à l'individu minéralogique, supposé isolé, comme à ses masses, sans qu'on puisse encore le déterminer avec certitude : telles sont la forme, la dureté, la densité, l'action sur la lumière, l'électricité, etc.

3.° Les propriétés du même ordre, ou propriétés physiques qui appartiennent évidemment aux masses ou à l'aggrégation des individus, telles que la tenacité, la structure, etc.

Nous allons examiner ces propriétés, leurs valeurs et celles de leur modification, la manière dont elles se manifestent, les moyens qu'on a pour les faire ressortir, les observer, les évaluer, enfin tout ce qu'elles présentent de remarquable, d'intéressant ou d'utile, et qu'on doit connoître, avant d'entrer dans l'étude spéciale des minéraux.

Art. II. *De la composition des minéraux et des caractères chimiques.*

Comme nous classons les diverses considérations que présentent les minéraux dans l'ordre de l'importance que nous y attachons, et non pas dans celui qui pourroit résulter de leur manifestation plus sensible ou plus apparente, nous devons placer en première ligne les propriétés chimiques, ou les considérations qui résultent de la composition des minéraux, c'est-à-dire de l'essence de l'individu minéralogique.

La composition prise *seule* suffit pour établir l'essence d'un minéral. Tous les naturalistes conviendront que quand on leur dira que telle masse homogène est constamment composée de soufre et de mercure, d'acide sulfurique et de chaux dans telle proportion, ils n'en demanderont pas davantage pour reconnoître dans ces compositions des minéraux distincts, lors même que leur forme ou toutes les autres propriétés resteroient long-temps inconnues. Si au contraire on présente un minéral dont on puisse exactement assigner la forme et les autres propriétés, on ne croira jamais le connoître tant qu'on ignorera sa composition. On pourra oublier de demander, dans le premier cas, quelle est la forme du nouveau corps ; mais on demandera toujours, dans le second, de quoi est-il composé, ou, s'il est indécomposable, quelles sont ses propriétés chimiques; car celles-ci sont les signes irrécusables de la différence des corps ; et si ceux qu'on tire de la forme ou des propriétés physiques peuvent quelquefois les suppléer, pour établir cette distinction, c'est qu'ils les font présumer.

Ces propriétés tenant donc essentiellement à l'essence des corps inorganiques, c'est par leur examen que nous devons commencer l'étude des propriétés générales de ces corps. C'est par une analyse complète faite sur des échantillons parfaitement purs, c'est-à-dire exempts de tout mélange avec des corps étrangers, et choisis dans leur degré de plus simple composition, c'est-à-dire exempts de tous corps dissous dans leur masse (1); c'est par une analyse faite avec toutes les precau-

---

(1) Le quarz coloré, verdâtre et opaque, est altéré par une terre verte

tions et tout le talent que l'état de la science rend obligatoires, c'est par une évaluation savante des diverses combinaisons que doivent former entre eux les élémens obtenus, qu'on arrive à la connoissance la plus profonde de la composition des minéraux, à celle enfin que l'état actuel de la chimie permet d'atteindre.

Il nous suffit d'avoir indiqué ce que l'on doit entendre par une bonne analyse et les circonstances dans lesquelles on peut présumer connoître avec quelque certitude la composition des minéraux : nous ne pouvons entrer à cet égard dans de plus grands développemens ; c'est dans les ouvrages des chimistes qu'on doit aller les chercher.

Mais il ne faut pas confondre l'analyse des minéraux avec la recherche de leurs caractères chimiques : l'objet de l'analyse, comme nous venons de le dire, est de faire connoître le plus sûrement et le plus savamment possible, la véritable composition des minéraux, c'est-à-dire non seulement les élémens qui s'y trouvent, mais comment ces élémens réunis en composés binaires, ternaires, quaternaires, etc., forment, par leurs différens modes de réunion, les différentes espèces minérales.

Cette connoissance importante qui ne s'obtient que par des opérations longues, savantes et délicates, étant acquise, il s'agit de reconnoître la nature d'un minéral au moyen d'opérations brèves, simples et faciles, mais qui puissent cependant donner des notions précises et certaines de cette nature : c'est ce que l'on nomme *les caractères chimiques*. Ces caractères ont, comme la chose qu'ils manifestent, une haute importance et une grande valeur : par leur moyen on peut souvent déterminer, non seulement la nature de l'échantillon qu'on examine, mais le placer dans l'espèce et dans le genre auquel il appartient ; car ils sont susceptibles de se généraliser, et par conséquent de faire reconnoître une espèce, quel que soit l'aspect sous lequel elle se présente. Les autres

---

qui y est MÉLANGÉE ; du quarz jaune ou violet, limpide, est altéré par un oxide métallique qui y est DISSOUS ; du quarz hyalin, incolore, parfaitement limpide, est dans son degré de pureté absolu ou réduit à sa plus simple composition.

caractères, ceux même qui paroissent le plus intimement liés à la nature des minéraux, ne jouissent point de cette généralité, et pour qu'ils se manifestent, il faut que ces corps se présentent dans un état particulier de perfection, assez rare dans la nature : le caractère chimique, au contraire, va chercher l'individu minéralogique et en dévoiler la nature au milieu même des mélanges les plus hétérogènes et dans l'état de la plus grande altération de ses masses.

Le fer dans l'ocre, la chaux carbonatée dans la marne friable ont perdu pour se faire reconnoître les secours de la densité, de la dureté, du magnétisme, de la réfraction, de la forme ; mais le caractère chimique ne les abandonne jamais.

On peut donc avoir lieu d'être surpris qu'après avoir trouvé, admis et employé un moyen aussi efficace de *connoître* réellement les minéraux, et ensuite de les *reconnoître*, une école tout entière, une école célèbre, répandue dans tout le monde savant, l'ait abandonné, rejeté même, et que ce ne soit pour ainsi dire qu'avec peine, que ce ne soit même pas de toute part qu'on y revienne ; c'est ce que nous allons faire voir en parcourant l'histoire des caractères chimiques, avant d'entreprendre de les faire connoître.

On peut regarder Cronstedt comme le minéralogiste qui ait le premier, vers 1758, senti l'importance des caractères chimiques pour la distinction des minéraux, et qui ait employé des procédés aussi précis que variés pour les reconnoître par ce moyen.

Bergman et son élève Gahn portèrent encore plus loin ce genre de recherches : le premier proposa une classification fondée sur les rapports tirés de la composition ; l'un et l'autre, et surtout Gahn, tirèrent de l'emploi d'un seul des moyens que procure la chimie appliquée à la minéralogie, des caractères tellement précis et tranchés, qu'au rapport de M. Berzélius, qui a été le témoin de ses travaux, il distinguoit avec sûreté presque toutes les espèces, et y découvroit des principes qui y étoient en quantité infiniment petite.

C'est vers 1770 que ces moyens furent mis à la disposition de tous les minéralogistes qui purent alors en apprécier le mérite et les ressources : aussi plusieurs s'en servirent-ils, et si tous ne les employèrent pas avec le même succès, ou avec

la même sagacité, cela tenoit et à l'état encore imparfait de la chimie, et au genre d'esprit de ceux qui la cultivoient. Ainsi on vit de 1770 à 1790, Sage, Monnet, et surtout Deborn et de Saussure, Mongez et Volta, Daubenton même, et ensuite plus tard Schmeisser, Haüy, etc., prouver, par leur méthode précise de détermination, la valeur et les autres avantages des caractères chimiques pour reconnoître les minéraux et rapprocher les variétés en espèces, et celles-ci en genres fondés sur des principes scientifiques, et non sur de vaines et passagères similitudes : comment se fit-il qu'une école entière, célèbre par le nombre et le mérite de ses adeptes, ait méconnu la solidité de ces caractères? comment se fait-il que, dans le moment même où ces caractères sont portés à leur plus haut degré de précision et d'étendue par les travaux de M. Berzélius, de ses élèves et des chimistes minéralogistes de tous les pays, le chef d'une nouvelle école propose encore des classifications dans lesquelles la composition est sans valeur, et les caractères chimiques, ou presque entièrement oubliés, ou appliqués comme caractères artificiels? Ce n'est pas le moment d'examiner cette question qui tient aux principes généraux des classifications.

Les caractères chimiques peuvent se considérer sous trois rapports différens : tantôt ils émanent du minéral sans le secours d'aucun agent, et le font reconnoître en *agissant sur nos sens;* tantôt ils se tirent de l'altération que la *simple action de la chaleur* fait subir au minéral; tantôt enfin ils se manifestent par le changement que le minéral éprouve de la part de certains corps qu'on nomme *réactifs*, ou de celle qu'il leur fait éprouver.

De là trois sortes de caractères chimiques :

1. L'action sur les sens.
2. L'altération par le calorique.
3. L'altération par les réactifs.

§. 1. *Action sur les sens.*

1. La saveur offre un caractère tellement propre à certains corps que les chimistes qui ont acquis l'habitude de l'employer, ne se méprennent jamais sur la nature des corps qu'ils cherchent à déterminer par ce moyen. Il est inhérent à leur na-

ture, et l'emporte de beaucoup à cet égard sur la couleur; mais il en est de ce caractère comme de tous ceux qui ne peuvent être mesurés par des instrumens ; nos sens nous donnent les moyens de les percevoir, mais ces moyens sont individuels, et nous ne pouvons définir, avec assez de précision pour les transmettre, les différences que nous remarquons.

La saveur a encore un autre avantage sur les autres caractères chimiques, c'est qu'elle se manifeste, sans aucune altération de la part des corps. Il suffit que ces corps soient dissolubles, ou seulement susceptibles de se combiner avec les matières salines de la salive pour devenir sensibles : de là la saveur variée du cuivre, du fer, du zinc, de l'étain, saveurs assez différentes pour faire reconnoître ces métaux avec certitude par les personnes qui ont acquis l'habitude de les éprouver ainsi.

Mais c'est dans les substances liquides, telles que les eaux minérales, dans les substances dissolubles dans l'eau, telles que les sels, suivant l'acception ancienne et vulgaire de ce mot, que ce caractère est et plus sensible et plus distinctif.

On a cherché à établir quelques divisions dans les différentes saveurs, appliquées aux seuls corps qu'on trouve naturellement. On peut les réduire aux suivantes :

Métallique.	—	Les métaux et quelques oxides.
Astringente.	—	Le fer sulfaté.
Styptique.	—	Le cuivre sulfaté.
Salée.	—	La soude muriatée.
Fraîche.	—	Le nitre.
Amère.	—	La magnésie sulfatée.
Acide.	—	L'alun.
Alcaline.	—	Le natron.

II. L'odeur. Elle est tantôt propre au minéral et due à sa volatilisation entière : dans ce cas elle pourroit, comme la saveur, le faire reconnoître pour ce qu'il est, sans qu'on ait besoin d'avoir recours à d'autres propriétés ; mais ce caractère, comme celui de la saveur, est indéfinissable, et pour ainsi dire individuel. D'ailleurs il est rare qu'il se manifeste de lui-même dans les minéraux, et sans le secours de la chaleur, du choc, du frottement, ou de quelque autre moyen

qui font éprouver au corps examiné un commencement de décomposition, ou qui ne font connoître qu'un des principes de ce corps, souvent même étranger à sa composition essentielle.

Les caractères pris de l'odeur se manifestent donc par trois moyens.

1.° Par l'action de la chaleur qui tantôt, en volatilisant le corps sans décomposition, lui fait développer son odeur caractéristique; ce cas est assez commun, et le caractère qui en résulte est de première valeur. Le soufre, l'arsenic, l'antimoine, le tellure, le phosphore, le chlore, l'hydrogène, le bitume, répandent chacun une odeur particulière qui ne permet pas de les méconnoître.

2.° Par frottement violent, choc ou fracture.

L'odeur est moins manifeste, et le caractère peut avoir, suivant les cas, une valeur très-différente.

Il est encore de première valeur lorsqu'il sert à développer, dans les corps, l'odeur qui leur est propre, ou qui est celle d'un de leurs composans, alors ce moyen et ses résultats rentrent tout-à-fait dans le cas de l'odeur dégagée par la chaleur: telle est l'action du choc sur l'arsenic et sur les combinaisons de ce métal avec d'autres, sur les sulfures, etc.

Mais l'odeur n'est plus que l'indice d'un corps étranger interposé, lorsqu'elle n'a aucune analogie avec celle qui pourroit être propre aux corps choqués ou frottés; telles sont les odeurs d'hydrogène sulfuré, de bitume, répandues dans ces circonstances par des quarz, des barytes sulfatées, des calcaires, etc.

3.° La troisième sorte ou classe d'odeur manifestée par quelques minéraux, n'est qu'une propriété fugace, dont la cause, la nature et l'importance sont encore indéterminées: c'est celle qu'on appelle *odeur argileuse*, et qui se dégage par le contact de l'humidité, soit de l'haleine, soit de toute autre source, de certaines matières sèches, poreuses et d'apparence argileuse, mais qui se dégage aussi des minéraux qui n'ont rien de ce qu'on appelle argileux: tels sont certains minérais de fer oxidé terreux, la pinite, etc.

Elle n'est pas due à l'argile, car l'alumine pure, le kaolin, etc., ne la manifestent pas, et plusieurs minéraux non argileux la dégagent. Il paroîtroit que le fer oxidé terreux, quelque in-

fluence sur la production de cette odeur, puisque la plupart des minéraux qui la répandent renferment du fer à cet état. Enfin cette odeur se manifeste d'une manière très-frappante, lors des premières gouttes de pluie qui tombent après quelques jours de sécheresse.

On doit reconnoître, d'après ce que nous venons d'exposer, quelles sont dans les minéraux les odeurs qui peuvent être considérées comme caractères distinctifs, et quelles sont celles qui ne sont que de simples propriétés de circonstance.

§. 2. *Action du calorique.*

L'action du calorique sur les minéraux offre trois considérations très-différentes, et des caractères d'une valeur aussi très-différente, suivant que ce corps agit sur les masses ou aggrégats d'individus, ou sur les individus minéralogiques eux-mêmes.

Dans le premier cas, le calorique se borne à désunir les individus minéralogiques, à les écarter plus ou moins sans les altérer. Le calorique n'agit donc ici que sur les aggrégations, sur les masses, et point sur les individus ou molécules intégrantes. C'est le cas de ce qu'on appelle la fusion et volatilisation simples dans lesquelles le corps, après avoir été fondu ou volatilisé, reste toujours le même. Mais comme cette désunion s'opère à des degrés de température différens, suivant la nature des individus minéralogiques, elle pourroit déjà servir à distinguer les espèces, sans néanmoins les faire connoître, si on avoit des moyens exacts d'évaluer le moment précis de la fusion, et la température à laquelle elle a lieu; non seulement on ne possède pas ces moyens, mais on voit qu'ils seroient peu efficaces, difficiles à employer et beaucoup moins satisfaisans que ceux qui résultent de la seconde considération, et surtout du troisième genre d'action chimique. Cette fusion ou volatilisation simple des minéraux, quoique liée à l'essence de ces corps, comme tous les caractères chimiques, ne peut donner que des caractères pour ainsi dire grossiers, et peu propres à la véritable distinction des espèces. C'est cependant un des premiers caractères chimiques qu'on ait mis en usage pour former des ordres et des classes en divisant les minéraux en fusibles et infusibles, en fixes et volatils. Ainsi, à l'aide de

ce caractère, on arrivera à distinguer le bismuth si fusible des métaux qui lui ressemblent, le quarz et le silex infusibles du verre et du pétrosilex plus ou moins aisément fusibles, l'oxide rouge et fixe de plomb, de l'oxide rouge ou du sulfure rouge et volatil de mercure. Mais, à l'exception de ces cas où le caractère est amené à prononcer d'une manière absolue entre deux seuls termes, il est tout-à-fait insuffisant dans l'état actuel de la science, et nous ne nous y arrêterons pas davantage.

Le second cas est celui où le calorique agit sur l'individu minéralogique, l'altère, le détruit, et séparant, en partie au moins, ses principes constituans, donne les moyens de les reconnoître, à l'aide des caractères qui leur sont propres, et qu'il leur fait manifester. Ainsi, dans les sulfures de fer, de plomb, etc., le calorique, dégageant le soufre, en fait reconnoître la présence; dans les combinaisons arsenicales, il agit de la même manière sur l'arsenic. Les résultats sont clairs et précis; mais les cas où ils se présentent ainsi sont très-bornés, parce qu'il faut qu'il y ait un des composans qui soit volatil et facilement reconnoissable par le caractère de *l'odeur*.

Dans le troisième cas, le calorique détruit les individus minéralogiques; mais comme tous leurs principes sont fixes, ils restent en présence, et souvent alors ils se combinent d'une autre manière pour former d'autres individus et une autre espèce. C'est un cas très-commun dans les minéraux pierreux, or comme ces nouveaux minéraux sont encore plus difficiles à reconnoître que ceux qui les ont produits par leur destruction, cette action du calorique est plus embarrassante qu'utile pour la détermination des espèces, et nous n'en ferons mention que pour engager à l'éviter, ou à en faire peu d'usage. Ainsi il n'y a pas de doute que des grenats, des staurotides, des diallages, des mésotypes, des lazulites, des minérais de fer oxidé, de cuivre pyriteux, d'argent rouge, ne soient différens après avoir été fondus de ce qu'ils étoient avant cette opération, et que les résultats ne puissent rien, ou presque rien nous apprendre pour reconnoître les minéraux.

Nous devons maintenant, et avant de quitter ce sujet, faire connoître les instrumens et les procédés qu'on peut employer pour obtenir, comme caractères, les résultats que donne l'ac-

tion du calorique sur les minéraux, ces instrumens devant servir également à l'action combinée du calorique et des réactifs que nous allons examiner dans le paragraphe suivant.

Si le minéralogiste ne devoit pas borner ses vues à tirer de l'action du calorique sur les minéraux, des caractères faciles à observer, mais tranchés et propres à les faire reconnoître, il devroit emprunter à la chimie les moyens qu'elle enseigne, et il n'auroit besoin d'aucun instrument particulier; mais il doit agir en petit, sans embarras, et cependant avec une grande puissance. L'instrument qui remplit fort bien ces conditions est emprunté de l'art du metteur-en-œuvre, et porte le nom de *chalumeau*.

Cet instrument, bien fait, bien dirigé, accompagné de toutes les circonstances favorables à sa plus puissante action, peut communiquer à un petit fragment de minéral une chaleur très-forte, au moins égale au 160^{d} du pyromètre de Wedgwood, et laisser apprécier facilement toutes les sortes d'altérations qu'a éprouvées le fragment soumis à son action.

Depuis l'époque où Swab, Bergman et Gahn ont employé le chalumeau ou tube de fer recourbé, dont se servent les bijoutiers pour opérer la soudure d'objets délicats, jusqu'à l'époque actuelle, cet instrument a été, de la part des minéralogistes, l'objet d'une multitude de recherches, de modifications, de combinaisons dans ses diverses parties: près de trente personnes s'en sont occupées: plus de vingt écrits, dont quelques uns très-volumineux, ont été publiés sur ce sujet: et s'il falloit présenter ici l'histoire détaillée et complète de cet instrument, nous aurions presque un volume à écrire. Nous nous bornerons donc à indiquer ses principales variations et les trois ou quatre sortes de chalumeaux entre lesquels on peut choisir.

Le chalumeau du minéralogiste est essentiellement un tuyau ou tube percé d'une ouverture très-déliée par laquelle de l'air fortement chassé traverse la flamme d'une lumière quelconque, et en dirige un jet délié, mais vif, sur le minéral qui est présenté à cette action.

Suivant qu'on emploie l'air atmosphérique chassé des poumons sans aucun appareil, ou différens gaz renfermés dans

des réservoirs, et poussés par différens moyens sur le corps à examiner, on a le *chalumeau simple*, ou le *chalumeau composé*. C'est du premier seul que nous allons nous occuper, parce que c'est le seul qu'on puisse considérer comme agent minéralogique.

On distingue dans l'appareil du *chalumeau simple* trois parties principales :

A. Le *tube*, ou chalumeau proprement dit.

B. Le *corps en combustion*, qui doit donner la chaleur.

C. Le *support* qui doit porter ou renfermer le fragment à examiner.

A. *Le tube ou chalumeau proprement dit.*

Il faut qu'il remplisse les conditions suivantes :

1.° Qu'il soit assez long pour que l'observateur ne soit point incommodé par la chaleur de la flamme, ni par celle qu'elle communique au chalumeau ; mais qu'il ne soit pas trop long de manière à rendre les moindres mouvemens trop sensibles, et à écarter trop l'objet de l'œil de l'opérateur; 19 à 22 centimètres (7 à 8 p.) paroissent être la dimension la plus convenable.

2.° Que l'ajutage ait une direction commode, ou qu'au moins il puisse la prendre, et en cela les ajutages mobiles ont un grand avantage. Il doit avoir environ 4 centimètres.

3.° Que le trou soit très-fin, percé dans l'axe du cône qui forme la cavité de l'ajutage, d'une matière inaltérable par le feu, et susceptible d'être facilement nettoyé.

4.° Qu'il y ait un réservoir suffisant pour retenir l'eau qui se dégage des poumons dans l'insufflation, de manière à ce qu'elle ne puisse pas pénétrer dans la cavité de l'ajutage, quelque direction qu'on donne à l'instrument.

5.° Qu'il ne puisse laisser passer l'air par aucune fissure, ni par aucun point de réunion, et que ces points de réunion des diverses parties soient toujours exactement clos, lors même que ces parties ont été usées par le frottement.

6.° Enfin il faut qu'il soit simple, léger et d'un transport commode, qu'il ne communique rien de malsain ou de désagréable dans la bouche de l'opérateur.

Parmi tous les chalumeaux qui ont été proposés, trois nous

semblent pouvoir se disputer la préférence, et être offerts aux observateurs qui choisiront celui qui convient le mieux à leur usage particulier.

Le chalumeau de Gahn, représenté planche I, fig. 1. Il n'a d'autre inconvénient que d'être un peu volumineux, un peu lourd, et d'avoir un ajutage fixe.

Le *chalumeau de Voigt*, fig. 2 : l'ajutage est mobile et peut prendre sur la tige l'inclinaison appropriée à la position et aux mouvemens les plus commodes à l'opérateur ; mais il est susceptible de laisser passer l'air par le point de rotation de l'ajutage sur le réservoir.

En faisant cette partie conique, et l'ajustant exactement à frottement, on pourroit éviter cet inconvénient.

Le *chalumeau de Wollaston*, fig. 3. Instrument réduit à sa plus grande simplicité, comme le sont tous ceux dont se sert cet homme d'un génie si remarquable par l'application qu'il sait en faire aux plus hautes conceptions de la physique, comme aux plus minutieux procédés des arts mécaniques. Les trois pièces A s'ajustent à frottement, se séparent aisément, se servent d'étuis B, tiennent par conséquent le moins de place possible.

Le seul inconvénient qu'il présente, c'est de manquer d'un réservoir d'eau; mais le prolongement de l'extrémité étroite de la seconde partie peut être porté jusqu'au degré propre à remplir l'office de réservoir.

Ces instrumens peuvent être faits en cuivre jaune, ou en argent, en totalité ou en partie; il faut avoir toujours un petit bout mobile en platine, qui a l'avantage précieux de pouvoir être nettoyé, c'est-à-dire dégagé de la suie, ou des ordures qui obstruent son ouverture, en le portant, au moyen du chalumeau lui-même, à l'état incandescent.

Le *chalumeau simple* n'a d'autre support que la bouche et la main gauche, et d'autres soufflets que les muscles des joues. Lorsqu'on a acquis l'habitude de souffler dans cet instrument, on parvient et sans beaucoup de peine, à y entretenir un jet d'air continu, en remplissant sa bouche d'air, et respirant pour en introduire de nouveau dans les poumons, tandis que les muscles buccinateurs chassent celui qui est comme emmagasiné dans la bouche.

B. *Le corps en combustion.*

L'objet qu'on se propose est, comme nous l'avons dit, de projeter sur le corps soumis à l'épreuve du feu, un jet de flamme, ayant une très-grande intensité de chaleur.

Il faut pour cela :

1.° Que la flamme soit suffisamment large, qu'elle soit la plus pure possible, c'est-à-dire exempte, autant qu'on le peut, de fumée extérieure.

2.° Qu'elle soit toujours à la même hauteur, et non susceptible d'être altérée, diminuée d'intensité, etc., par l'action de l'air du chalumeau.

Une lampe, alimentée de bonne huile, ayant une mèche plate d'une dimension convenable, une lampe qui soit susceptible de se placer à la hauteur et dans la position la plus convenable à l'observateur, dont le diamètre n'écarte pas trop la tige du chalumeau, de celle du support, est le foyer de combustion le plus convenable : chacun peut la faire faire comme il le préfère, quant à la forme, aux dimensions, etc. Nous donnons ici, pl. II, fig. 1, celle qui nous a paru la plus commode.

Au défaut d'une lampe, on peut se servir d'une chandelle, mais on en devine aisément tous les inconvéniens, sans qu'il soit nécessaire de les détailler.

Une bougie à grosse mèche peut suppléer à l'une et à l'autre, mais elle a plusieurs des inconvéniens de la chandelle ; la flamme d'une bougie ordinaire est trop maigre, et par conséquent trop foible.

La flamme d'une mèche de lampe, de chandelle ou de bougie présente plusieurs parties distinguées par leur teinte. En nous bornant aux principales, on y remarque : *le centre* (*e*), un espace conique et obscur : c'est, comme l'a fait voir M. Davy par sa manière de couper les flammes, un espace sans combustion, mais rempli du gaz qui se dégage de la mèche, et qui, étant abrité du contact de l'air par ses couches extérieures en combustion, n'est pas encore allumé. *L'extérieur* (*f*), ou la flamme proprement dite, qui est d'un blanc d'autant plus éclatant, qu'il s'approche davantage de la pointe de la flamme,

c'est aussi la partie où la combustion est la plus complète, et le degré de chaleur le plus intense.

En projetant sur la flamme, le jet d'air qui sort du chalumeau, on augmente considérablement son intensité, parce qu'on allume pour ainsi dire le gaz enveloppé par la flamme extérieure, et parce qu'on dirige sur l'objet soumis à l'action de cette haute température et la partie brillante de l'extrémité de la flamme, et le nouveau feu produit par l'inflammation du gaz intérieur.

Suivant qu'on plonge cet objet dans la pointe la plus déliée de la flamme, partie où la combustion est la plus complète et la la chaleur la plus forte, ou dans le milieu du fuseau que forme la flamme, et qui est la partie la plus brillante, on oxide dans le premier cas, et on désoxide dans le second le corps ainsi chauffé, si c'est une substance métallique susceptible de ces modifications. La pratique dirigée par ce principe instruira, beaucoup mieux qu'une plus longue description, sur la position où il faut mettre le métal qu'on veut oxider ou réduire; on doit s'exercer sur l'étain pour acquérir cette pratique.

C. *Le support.*

C'est le corps qui porte ou qui tient l'objet à essayer.

Il a présenté des variations encore bien plus nombreuses que le chalumeau, et doit même être différent suivant le but qu'on veut atteindre, et l'objet qu'on essaie.

Il faut des supports en forme de pince pour tenir les petits fragmens dont on veut simplement connoître le degré et le genre de fusibilité, quand d'ailleurs l'objet n'est pas susceptible d'éprouver une liquéfaction trop complète.

Il faut des supports faisant l'office de creusets, quand l'objet est susceptible d'éprouver une liquéfaction aqueuse, et qu'on veut le soumettre à l'action de diverses substances.

Le support le plus habituel pour examiner la fusibilité des matières terreuses, est, 1.° une *petite pince* (fig. 2), dont les extrémités, qui serrent l'objet par leur propre tendance à se fermer, doivent être très-déliées et en platine.

Lorsqu'on veut essayer l'objet à l'aide de divers flux ou réactifs, on peut employer :

1.° Un fil de platine très-délié, recourbé à un de ses bouts

on fait fondre un globule de flux à cette extrémité, et dans ce flux la poussière minérale que l'on veut examiner.

3.° Une lame mince de platine que l'on courbe et creuse à volonté et sur laquelle on place, avec ses réactifs, le minéral à essayer.

Ce moyen simple et commode, qui a fait abandonner les cuillers de platine, est dû à M. Wollaston.

4.° Un charbon. Le meilleur charbon est celui de bois blanc, et celui de saule principalement. Il faut qu'il soit bien brûlé, et exempt de fissures et de nœuds. Le charbon de bois dur, c'est-à-dire de chêne, de hêtre, a de nombreux inconvéniens. Il est commode de tailler en parallélipipèdes, le charbon qui doit servir de support; on creuse dans une des faces une petite cavité hémisphérique dans laquelle est placé, comme dans un creuset, le corps à examiner. On y ajoute les fondans et autres réactifs appropriés.

Ces quatre sortes de supports que l'on doit tenir à la main, pour suivre les mouvemens de l'autre main, et pour présenter convenablement le fragment en essai à la flamme du chalumeau; ces quatre supports, dis-je, sont suffisans pour tous les genres d'opération, et remplacent tous ceux qu'on a proposés d'ailleurs, tels que les filets de disthène, les lames de mica, les tubes de verre, les éclats de silex, etc.

Telles sont les trois parties principales qui forment l'appareil du chalumeau simple.

Le chalumeau composé peut avoir deux buts différens: l'un est de rendre plus fixes, peut-être plus commodes dans quelques cas, et par conséquent plus sûres, les diverses parties que nous venons de décrire, en soufflant, au lieu de la bouche, avec un soufflet ou avec tout autre instrument fixe comme dans la lampe de l'émailleur, en rendant par conséquent l'ajutage du chalumeau et le support également fixes. On fait gagner au procédé, par ces moyens, une assurance et une continuité que la main et la bouche ne peuvent donner au chalumeau simple; mais on fait perdre à l'instrument l'avantage d'être d'un transport facile et d'un usage général dans tous les lieux, dans tous les momens et pour tous les hommes. Nous ne décrirons pas le chalumeau composé, qu'il est facile de se figurer et de faire exécuter suivant sa convenance.

L'autre but est tout différent de celui que nous avons eu en vue : c'est un véritable appareil de chimie et de physique, destiné à faire des recherches sur la nature et les propriétés des corps inorganiques.

Ici on n'emploie plus l'air atmosphérique, et encore moins celui des poumons. C'est tantôt du gaz oxigène qu'on verse sur la flamme d'une lampe à esprit de vin très-rectifié, ou dans la cavité du charbon, de manière à y faire naître une chaleur d'un très-haut degré : tel a été le premier chalumeau composé employé par Lavoisier, et ensuite par Marquart, mais bientôt on a porté l'action de la chaleur à un bien plus haut degré, d'abord en dirigeant sur l'objet un jet de gaz hydrogène, allumé par un jet de gaz oxigène, sortant d'un autre réservoir, c'est le chalumeau de M. Hare de Philadelphie. On a encore été plus loin, et c'est à MM. Clarke de Cambridge, Brook et Neuman qu'on doit ce moyen extrême : on a osé renfermer dans un réservoir un mélange détonant de gaz hydrogène et de gaz oxigène, c'est-à-dire un mélange fait dans les proportions les plus convenables à la combinaison complète de ces deux gaz. Pour donner encore plus d'intensité à la chaleur qui doit se produire au moment de la combinaison, on a eu la témérité de comprimer ces gaz et d'en diriger le jet allumé sur le corps soumis à cette puissante action. On a par ce moyen tout fondu : on a reconnu dans les corps de nouvelles propriétés relatives à leur mode de fusion et de volatilisation ; mais on est entièrement sorti, comme on le voit, des limites dans lesquelles on doit se renfermer pour chercher les caractères minéralogiques.

Nous ne mentionnons donc ces instrumens que parce qu'on leur a donné le nom de *chalumeau*.

Il y a quelques précautions à prendre pour faire éprouver au minéral la plus violente action du feu que le chalumeau simple puisse donner, et pour éviter qu'il n'échappe à cette action.

Il faut d'abord que le fragment soit le plus petit possible si c'est un éclat de minéral pierreux, destiné à être porté par la pince, il faut qu'il soit très-délié, qu'il présente une pointe ou une arête vive.

On peut augmenter encore la ténuité des minéraux difficiles à fondre, en broyant dans un peu d'eau un fragment de ces minéraux, plaçant une goutte de cette eau sur le charbon qui l'absorbe aussitôt, en laissant à sa surface un dépôt mince de la poussière minérale. On donne à cette pellicule un peu de consistance en la chauffant au rouge sur le charbon avec le chalumeau. On l'enlève ensuite avec beaucoup de précaution en la mettant entre les serres de la pince, et on présente cette pellicule très-mince à l'action du feu du chalumeau.

Si le minéral à essayer décrépite par la chaleur, il faut le pulvériser avant de l'y exposer; et, pour le pulvériser sans qu'il se disperse, on l'enveloppe dans un peu de papier.

Si la poussière est tellement ténue ou légère, que le vent du chalumeau puisse l'enlever aisément, on lui donne une aggrégation suffisante, en l'humectant avec de l'eau légèrement gommée.

Dans tout ce que nous venons de dire, nous n'avons eu égard qu'à l'action de la chaleur du chalumeau sur les minéraux, et à la manière la plus sûre de l'y appliquer.

Nous allons maintenant examiner les résultats de cette action simple, c'est-à-dire de la chaleur agissant seule et sans le secours d'aucun autre agent.

1. Elle altère ou change simplement l'aspect de quelques uns; 2. fond les autres; 3. volatilise en tout ou en partie certains minéraux; et 4. fait connoître dans d'autres la présence de l'eau.

1.° La simple *altération* antérieure à la fusion, ou indépendante de celle-ci, que certains minéraux éprouvent de l'action du feu sont:

La *décrépitation*. Le minéral éclate et se disperse en un grand nombre de petites parties (les pyrites, le diaspore).

La *perte de la transparence* et *le changement de couleur*, phénomènes très-importans, et qu'il faut soigneusement apprécier, surtout dans les substances métalliques (le zircon hyacinthe, la tourmaline, etc. etc.)

L'*exfoliation*. Les feuillets ou lames dont il est composé se manifestent ou se séparent (le gypse, l'apophyllite).

L'*efflorescence*. Le fragment se boursoufle et s'épanouit à la manière d'un chou-fleur (la mésotype).

Le *bouillonnement*. Ce phénomène qui indique le dégagement d'un gaz, et qui tient aussi à la décomposition, conduit à l'efflorescence, à la fritte ou scorie; enfin à la fusion plus ou moins complète, qui est le second degré ou mode d'altération.

2.° La *fusion* donne des produits très-différens, et qu'il faut soigneusement distinguer.

Lorsqu'un minéral est peu fusible, l'extrémité aiguë du fragment, ou les arêtes les plus coupantes sont seules émoussées: et quelquefois cette altération est si foible qu'il faut le secours de la loupe pour la voir.

Lorsque le verre qui résulte est assez liquide pour couler le long de l'éclat, et rendre le fragment plus large à sa base, il offre ce que de Saussure appelle fusion en verre rétrograde.

Les autres produits de l'action fondante simple sont :

Le *vernis*. Lorsque le fragment se couvre seulement à la surface d'un vernis vitreux (le pyroxène, la staurotide).

La *scorie*. Lorsqu'il se boursoufle sans se réduire en globule (quelques grenats ferrugineux).

La *fritte*. Lorsque la fusion est imparfaite, et qu'une partie non fondue est disséminée dans la partie fondue.

L'*émail*. Lorsque le globule ayant l'éclat du verre, est complètement opaque.

Le *verre* enfin. Lorsque le globule parfaitement fondu a l'éclat et presque la transparence du verre : ce verre est tantôt *compacte*, tantôt *bulleux*.

La *forme du globule*, qui est tantôt parfaitement sphérique et lisse (le felspath), tantôt hérissé d'aspérités, tantôt polyédrique et comme cristallisé.

3.° La *volatilisation*. Le fragment examiné peut se volatiliser entièrement, et disparoître par conséquent en totalité, lorsqu'il appartient à une substance qui jouit de cette propriété, et que cette substance est pure: tels sont le mercure sulfuré, l'arsenic. Ou bien il n'y a qu'un de ses principes qui se volatilise, l'autre étant fixe: alors le fragment diminue sensiblement, soit qu'il se fonde ou qu'il reste solide; tel est le cas de l'argent rouge, de la plupart des sulfures, etc.

Lorsque ces fragmens sont essayés en plein air, la matière volatilisée se répand dans l'atmosphère, et à l'exception

de l'odeur qu'elle peut manifester, on perd tout moyen de la reconnoître, et par conséquent un des meilleurs caractères du minéral examiné. M. Berzélius, pour recueillir la matière volatilisée, place le fragment dans un tube de verre mince ouvert à ses deux extrémités, et qu'on tient plus ou moins obliquement. On chauffe le fragment à travers le tube, et on peut reconnoître à sa couleur, ou essayer par d'autres moyens la partie volatilisée qui se condense sur une partie du tube.

4.° Mais si cette substance étoit de l'eau, la petite quantité qui s'en dégageroit en raison de la petitesse du fragment, et le courant d'air qui traverse le tube, ne lui permettroient pas de se condenser. On met alors plusieurs fragmens bien séchés à la température de l'eau bouillante, dans un petit matras à col long et à large ouverture (fig. 3), et on les chauffe jusqu'à l'incandescence, soit à la flamme de l'esprit de vin, soit à celle du chalumeau. L'eau, dégagée quelquefois avec une grande abondance, se condense en gouttelettes très-distinctes dans le col du matras (la mésotype, le retinite, les silex résinites, le manganèse hydraté, etc.)

§. 3. *Action des réactifs.*

On entend par *réactifs* en chimie les corps qui servent à faire manifester à ceux que l'on veut reconnoître, les propriétés caractéristiques qui leur sont propres.

La manière de les appliquer soit au corps dans son état naturel, soit au corps dissous, soit au corps fondu, a moins d'importance que leur mode d'actions. Ainsi, au lieu de les considérer sous le point de vue de l'état du corps sur lequel on réagit, nous les considérerons d'après leur nature, leur manière d'agir et la classe de caractères qu'ils doivent faire ressortir.

Un traité complet des réactifs seroit presque un traité de chimie, et deviendroit tout-à-fait étranger à la minéralogie. Un traité incomplet est inutile pour celui qui sait la chimie, et absolument inintelligible pour l'amateur de minéralogie, qui ne la sait pas. Nous devons borner ce paragraphe à de préceptes généraux sur l'emploi des réactifs dans les essais mi-

néralogiques, et à l'indication des principaux réactifs que le minéralogiste doit avoir constamment à sa disposition.

Lorsque les réactifs doivent agir sur le corps à l'état naturel, mais avec l'aide de l'action de la chaleur, il faut, pour les mettre en usage, employer les instrumens que nous avons décrits en traitant de l'action du calorique.

Lorsqu'ils doivent opérer sur le corps à l'état naturel sans le secours du feu, il faut qu'ils soient à l'état liquide. Pour les mettre en contact avec le corps à essayer, on peut opérer, suivant la quantité ou le volume du corps qu'on soumet à leur action, ou dans le fond d'un verre très-conique, ou dans un verre de montre, ou enfin sur une simple plaque de verre. On met le fragment à examiner sur cette plaque, et on y ajoute une goutte du réactif liquide qui doit, en l'attaquant, en faire ressortir les propriétés. On a dans certains cas une dissolution de ce corps qui rentre dans le troisième cas.

On ne doit jamais, comme on le faisoit autrefois, mettre la goutte de réactif, quel qu'il soit, sur le corps à examiner, car non seulement on altère l'échantillon, mais on n'a aucun moyen de juger de l'action du liquide avec lequel on l'a ainsi touché.

Lorsqu'on a une dissolution du corps à essayer, et on voit que cette dissolution se réduit dans la dernière manière d'opérer à une simple goutte, on peut, comme le fait M. Wollaston avec tant de sagacité et avec une précision si étonnante, la diviser en plusieurs parties, et étudier l'effet d'autres agens sur cette dissolution; c'est, nous le répétons, de la chimie réelle, même de la chimie souvent profonde et savante, dont les résultats ne peuvent être appréciés que par un minéralogiste chimiste, mais qui diffère de la chimie de laboratoire, en ce qu'elle opère par des moyens très-simples sur des quantités très-petites, en ce qu'elle n'arrive point à une analyse complète du minéral, mais seulement à faire ressortir les propriétés caractéristiques qui dépendent de la composition.

Nous allons présenter la série des principaux réactifs, et indiquer leur manière la plus ordinaire d'agir. Nous ferons connoître leur action spéciale sur les espèces, en développant les caractères chimiques de chaque espèce.

A. Réactifs solides agissant sur les minéraux à l'aide de la fusion.

Ce sont la soude, le borax, le sel de phosphore, le nitre, l'acide borique et l'étain.

La soude, c'est-à-dire le carbonate de soude parfaitement pur; le borax et le sel de phosphore sont les seuls qui aient un emploi assez général, et qui exigent des procédés assez particuliers pour que nous devions les désigner ici.

On emploie *la soude* à deux principaux usages.

1.° Pour dissoudre la silice, et par conséquent manifester sa présence, en rendant fusible un minéral qui en renferme une grande quantité, et qui étoit infusible avant cette addition. On doit faire cette opération, comme la suivante, sur le charbon, et employer la soude à petites doses. Lorsque le globule est brun, c'est une indication de la présence de l'acide sulfurique dans le minéral.

2.° Pour opérer la réduction de plusieurs métaux : c'est un procédé ingénieux et sûr qui est dû à Gahn, il fait reconnoître la plus petite quantité de métal disséminée dans une masse minérale.

On pétrit la poudre du minéral à essayer avec la soude : on fond ce mélange dans la cavité de charbon. Le tout est absorbé et disparoît; on continue néanmoins sur le charbon pénétré du mélange l'action du feu vif du chalumeau, en ayant soin d'employer la flamme de réduction, et d'ajouter même de la soude. On éteint le charbon avec un peu d'eau, et on enlève la partie pénétrée par le mélange de soude et de minéral. On broie cette partie sous l'eau : on enlève par le lavage et la soude excédante, et le verre de soude et de terre plus léger que le métal, et surtout le charbon encore plus léger. On a alors au fond du petit mortier dans lequel on a fait ce lavage, une poudre grisâtre ou noirâtre, que l'on comprime fortement avec le pilon contre le fond du mortier. Si c'est un métal malléable, cette compression suffit pour faire paroître l'éclat métallique. Si c'est du fer, on peut borner là son essai, parce que le barreau aimanté, en l'enlevant, ne laisse point de doute sur sa nature, mais il est plus sûr de réunir assez de cette poudre métallique pour l'examiner d'abord à une forte loupe, et ensuite particulièrement par les différens moyens que la chimie enseigne.

Le borax est le fondant le plus employé : il ne réduit pas les

métaux, comme le fait la soude, il n'est pas absorbé par le charbon, mais il forme sur ce corps comme sur la lame de platine, un globule ou goutte vitreuse, dans laquelle se dissolvent un grand nombre de corps qui, en communiquant à ce verre des propriétés et des couleurs propres à chaque espèce, donnent des moyens efficaces de les reconnoître.

Le sel double de phosphore, c'est-à-dire composé de phosphate de soude et de phosphate d'ammoniaque, possède encore plus efficacement que le borax la propriété de s'emparer des oxides métalliques, et de les faire reconnoître au moyen des couleurs qu'ils communiquent aux globules vitreux, qui résultent de leur combinaison avec ce sel. Il s'empare aussi de la silice des silicates, et forme avec elle une masse d'apparence gélatineuse.

Les autres réactifs solides compris dans la première série, ont des actions bornées et particulières que nous décrirons en traitant des espèces qu'elles servent à faire reconnoître.

B. *Réactifs liquides agissant sur les corps à l'état naturel, pour en opérer la dissolution complète ou partielle.*

Ce sont principalement l'eau, l'acide nitrique, l'acide muriatique, l'acide acétique, etc.

Ils agissent à froid ou à l'aide d'une température qui n'a aucun rapport avec la température incandescente produite par le chalumeau. Lorsqu'on veut aider leur action de celle de la chaleur, on met la plaque de verre, ou le verre de montre au-dessus de la flamme de la lampe, d'une bougie ou de l'esprit de vin, et on l'y maintient à l'aide d'un appareil fort simple (pl. II, fig. 1, A). On doit, avant d'examiner la dissolution par les moyens connus, examiner la manière d'agir de ces liquides et voir:

S'il y a *effervescence*, c'est-à-dire dégagement de gaz · quelle est l'odeur de ce gaz, et s'il a la propriété de corroder le verre.

Si la dissolution est *complète*, et quel est à peu près le rapport du résidu avec le fragment mis en dissolution.

Si, quand on emploie l'acide nitrique ou l'acide muriatique, la dissolution se prend *en gelée*. C'est un caractère assez remarquable ; mais pour qu'il se manifeste, il ne faut pas que la proportion d'acide soit trop considérable par rapport à la

masse du corps mis en dissolution, et il est souvent à propos que ce corps soit réduit en poudre.

C. *Réactifs liquides ou solides qui agissent sur les minéraux déjà altérés, ou sur leur dissolution.*

Ceux-ci pourroient être aussi multipliés dans le nécessaire du minéralogiste, qu'ils le sont dans le laboratoire du chimiste; mais nous en bornerons le nombre aux plus essentiels, et nous ne nous arrêterons même que sur ceux qui font reconnoître dans un minéral la présence d'un corps qu'on ne rencontre pas ordinairement isolé et pur dans la nature.

Les plus importans à avoir sont:

Le nitrate de cobalt.
L'eau de baryte.
L'oxalate d'ammoniaque.
L'acide hydrocyanique.
L'alcool.
Le fer.

Les papiers teints en bleu par le tournesol, et en jaune par le curcuma.

Le nitrate de cobalt, introduit par Gahn, recommandé par M. Berzélius, a pour usage de faire reconnoître la présence de l'alumine et de la magnésie.

Lorsque, par l'action bien ménagée du chalumeau, et par quelques précautions propres à faire présenter aux parties d'une masse le plus de surface possible, on est arrivé à avoir sur le charbon, ou à l'extrémité de la pince, un résidu terreux blanchâtre, on l'imbibe de la dissolution de cobalt, qui doit être pure et concentrée. On fait alors fortement chauffer avec le chalumeau cette matière terreuse ainsi imprégnée de nitrate de cobalt; si elle devient *bleue* sans entrer en fusion, c'est que l'alumine y domine; si au contraire elle prend une teinte *rouge* ou *rose*, elle manifeste alors la présence de la magnésie.

L'action, et par conséquent l'usage des autres réactifs, est tellement connue des chimistes, qu'il seroit hors de place de l'exposer ici, et de dire, par exemple, que l'oxalate d'ammoniaque a pour objet de faire reconnoître la chaux; l'eau de baryte, d'indiquer la présence de l'acide sulfurique; le

fer, celle du phosphore, et de séparer certains métaux du soufre ou des acides fixes avec lesquels ils peuvent être combinés, etc.; l'alcool, de reprendre les sels de strontiane, et de faire reconnoître cette terre alcaline au moyen de la couleur qu'elle donne à la flamme.

D'ailleurs, nous le répétons, à moins que d'entrer dans des développemens très-longs, nous ne pourrions présenter ces connoissances que d'une manière incomplète, insuffisante pour ceux qui ne savent pas, et inutile pour ceux qui savent.

Art. III. *Propriétés physiques qui peuvent appartenir à l'individu minéralogique.*

Nous les avons définies plus haut : nous allons donc les étudier particulièrement sans revenir sur cette définition.

§. I. *La forme.*

Depuis que la minéralogie a pris rang parmi les sciences, depuis que Bergman et Linné, ensuite Romé-de-Lisle et enfin Haüy, ont appelé l'attention des savans sur la propriété remarquable de cristalliser, que possèdent les corps inorganiques, la considération tirée de la forme des minéraux est devenue de la plus haute importance. On a d'abord étudié cette propriété d'une manière isolée, comme indépendante des autres ou sans rapports avec elles: on a reconnu seulement que les formes des minéraux, quelque différentes qu'elles parussent dans les variétés d'une espèce, pouvoient, dans le plus grand nombre des cas, être liées par des propriétés géométriques communes. On a ensuite reconnu les rapports de ce système de forme avec la composition de l'espèce minérale à laquelle il appartenoit: on vient maintenant d'entrevoir et même de s'assurer dans beaucoup de cas qu'il y avoit aussi des rapports non seulement entre les formes des espèces différentes réunies en genres établis sur la présence des acides ou des substances qui en jouent le rôle, mais encore entre des corps dont le principal trait de ressemblance consistoit dans le rapport numérique des molécules intégrantes et des atomes qui les composoient.

La forme polyédrique régulière, symétrique, à angles constans, lorsque d'ailleurs toutes les autres circonstances

sont égales, étant en rapport avec la composition des minéreux, offre un caractère de la plus grande valeur pour distinguer les espèces. Ce caractère vient immédiatement après celui qui est tiré de la composition ; mais il ne lui est ni supérieur, ni même égal en valeur ; nous en avons exposé les raisons aux articles précédens.

Il paroît intimement lié avec l'individu : ainsi, lorsque celui-ci est détruit, c'est-à-dire que ses parties sont séparées, la forme qui étoit propre à l'espèce dont cet individu faisoit partie, est aussi changée, et par conséquent détruite, du moins toutes les analogies le font présumer; et s'il n'en est pas toujours ainsi, c'est seulement lorsque les parties ou molécules constituantes sont de la même forme, ce qui est rare, et peut-être même particulier aux alliages métalliques, le plus grand nombre des métaux autopsides paroissant cristalliser tous sous une même forme; mais cette incertitude n'existe pas pour le caractère chimique : car, dans le cas de destruction de l'individu, c'est-à-dire de décomposition chimique, les parties sont toujours différentes l'une de l'autre, et du tout. Cette première considération, rare et peu importante, n'est pas celle qui ôte au caractère tiré de la forme sa plus grande valeur, il s'en présente trois autres, dont la première est admise sans aucune objection, les deux autres peuvent paroître à quelques cristallographes susceptibles d'être prouvées par des expériences encore plus nombreuses, et par une controverse plus développée et plus profonde que celle qui a pu avoir lieu jusqu'à présent.

1.° Plusieurs espèces minérales n'ayant entre elles aucune analogie de nature ou de composition, présentent exactement la même forme. Le cube est commun au sel marin, à la galène, etc.; l'octaèdre régulier appartient à l'alun, au fluor, au spinelle, etc. Mais, comme Haüy l'a fort justement fait remarquer, ces formes ont un caractère de simplicité, un maximum de symétrie qui leur assigne une place distincte et des propriétés tranchées. On ne retrouveroit pas, selon lui, la même identité entre des formes moins simples.

2.° Cependant cette conséquence est maintenant mise en doute par les observations et les expériences de M. Mitscherlich. Il paroît résulter des recherches de ce savant que les

corps qui sont composés du même nombre d'atomes ou de volumes élémentaires ou de molécules intégrantes, ont souvent la même forme cristalline, en sorte qu'on peut changer la composition de certains corps sans changer leur forme, pourvu que le principe qu'on a introduit dans une combinaison renferme le même nombre d'atomes ou de volumes élémentaires que celui dont il a pris la place. Ainsi, dans plusieurs cas, l'acide phosphorique peut se substituer à l'acide arsenique, la strontiane à l'oxide de plomb, etc.

3.° La troisième considération est beaucoup plus puissante que les précédentes, parce qu'elle ne résulte, ni d'une abstraction établie par l'analogie, ni d'identité de formes qui ne sont pas encore irrévocablement admises, mais parce qu'elle attribueroit deux formes au même corps. Cette considération, qui paroît acquérir tous les jours plus de fondement et de poids par la multiplicité et l'exactitude des expériences et des observations, conduiroit à attribuer des formes différentes, indépendantes l'une de l'autre, même incompatibles dans un même système de cristallisation, à la même espèce minéralogique et chimique, lorsque cette espèce se trouve dans des circonstances différentes qui cependant ne paroissent pouvoir apporter aucun changement à sa composition, c'est-à-dire à sa nature.

L'analyse seule avoit indiqué ces résultats, et elle les avoit indiqués dans un assez grand nombre de corps, tels que la chaux carbonatée, le titane, le fer sulfuré, pour faire présumer qu'elle ne se trompoit pas; mais enfin comme l'analyse seule le disoit, et qu'on n'est jamais parfaitement sûr que l'analyse dise tout, on pouvoit croire encore qu'elle avoit omis quelque chose; mais la synthèse beaucoup plus sûre, la synthese exercée sur un corps simple, si toutefois on peut s'exprimer ainsi, a concouru de son côté à faire présumer que le même corps pouvoit avoir deux formes différentes et incompatibles.

M. Mitscherlich a montré que, suivant qu'on faisoit cristalliser le soufre, soit par dissolution dans un carbure de soufre et par évaporation, soit par fusion ignée, il présentoit des formes différentes. Il ne paroît pas douter que le soufre obtenu par ces deux voies ne fût bien précisément de même na

ture, ou, ce qui est plus exact, qu'il ne fut dans l'une et l'autre circonstance exempt de toute combinaison avec d'autres corps.

Mais cette différence appartient-elle à l'individu minéralogique ou à ses aggrégats, ou, ce qui revient au même, la molécule intégrante de chaux carbonatée, composée d'un atome de chaux et de deux atomes d'acide carbonique, prend-elle, suivant les circonstances transitoires qui accompagnent sa cristallisation, la forme de l'octaèdre rectangulaire de l'arragonite, ou la forme du rhomboïde du calcaire spathique : ou bien ce changement n'a-t-il lieu que dans le mode d'aggrégation des molécules intégrantes de la chaux carbonatée, conservant d'ailleurs toujours la même forme, et ayant alors tous les caractères d'un même individu ? Cette dernière hypothèse qui a été mise en avant par d'illustres physiciens, nous semble la plus vraisemblable, et l'expérience des deux formes du soufre, obtenues l'une par évaporation, l'autre par fusion, semble les confirmer ; car, en supposant même que le soufre soit un corps composé, il n'est pas probable qu'il ait été décomposé, c'est-à-dire que ses molécules constituantes aient été séparées par le seul acte de la fusion à une basse température.

4.° Il est encore une cause qui influe sur la forme, et probablement aussi bien sur celle de la molécule intégrante, ou de l'individu minéralogique, que sur celle de ses aggrégations. C'est la chaleur, c'est encore à M. Mitscherlich que nous devons la connoissance de ce phénomène. Il a observé que les cristaux, en se dilatant par l'élévation de température, n'augmentoient pas également dans toutes leurs dimensions, mais que le rhomboïde de calcaire, par exemple, s'alonge davantage dans le sens du petit axe, de manière à se rapprocher du cube, que dans celui du grand axe, et que ce phénomène s'observoit particulièrement sur les minéraux doués de la double réfraction. Cette différence dans le rapport de dimension des axes en apportoit une sensible dans la valeur des angles, et il a remarqué que dans le calcaire rhomboïdal, la différence d'ouverture des angles latéraux et des angles du sommet alloit jusqu'à huit minutes.

Le caractère tiré de la forme perdroit par ces faits de sa simplicité, mais il ne perdroit pas de sa précision : l'espèce

sera alors caractérisée par deux formes, peut-être par trois; mais ces formes seront constantes, pourront être désignées avec précision et servir de caractère à l'espèce, lorsqu'on ne connoîtra pas encore sa composition, ou lorsqu'on voudra éviter d'avoir recours à l'analyse ou aux propriétés chimiques pour la connoître. Si même on trouve que les différences physiques qui accompagnent les différences de formes, sont assez importantes pour séparer en deux espèces les minéraux qui les présentent, on pourra établir des espèces sur ce caractère, mais ce sera *arbitrairement*, et on aura beau déclarer que l'arragonite et le calcaire rhomboïdal sont deux espèces, on ne pourra s'empêcher d'ajouter que l'une et l'autre sont de la chaux carbonatée. Si, comme il y a tout lieu de le croire, les différences de formes observées par M. Mitscherlich, dans le soufre cristallisé à froid et dans le soufre cristallisé à chaud, dans le biphosphate de soude, etc., sont réelles; si elles ne tiennent qu'aux circonstances transitoires dans lesquelles les molécules du soufre se sont aggrégées, établira-t-on sur cette différence cristallographique, d'une valeur bien aussi grande que celle qui sépare le calcaire spathique de l'arragonite: établira-t-on, dis-je, deux espèces de soufre, deux espèces de biphosphate de soude, etc.?

Mais si les caractères tirés de la forme paroissent perdre, d'une part, de leur simplicité, ils gagnent de l'autre en généralisation. Si on ne peut plus se fier sur les formes différentes pour établir des espèces différentes, il paroît qu'on peut dans bien des cas établir des genres sur des analogies de formes, et trouver des rapports remarquables entre la ressemblance des formes et la ressemblance des compositions.

Le développement et l'application de cette nouvelle considération appartiennent à la classification des minéraux, et nous y reviendrons lorsque nous traiterons ce sujet.

On remarquera qu'on rencontre dans la nature un grand nombre de substances minérales qui sont homogènes, qui paroissent avoir des caractères particuliers, et qu'on n'a jamais vues cristallisées, et que, dans ce cas, le caractère tiré de la forme ne peut leur être appliqué.

Parmi ces substances les unes ne sont pas homogènes dans

l'acception chimique de ce mot, ce sont presque toujours soit des mélanges à parties indiscernables, soit des composés cristallisables, primitivement homogènes, et qui tiennent en dissolution ou quelques corps étrangers, ou une surabondance non proportionnée d'un de leurs principes, qui se sont opposés à la cristallisation; ce ne sont donc pas réellement des individus inorganiques.

Ces substances doivent être rapportées, comme variété ou modification, à l'espèce qui peut être considérée comme l'individu réel ou dominant.

Les autres appartiennent à des espèces déterminées par tous les caractères essentiels de la composition ou de la forme: mais les individus qui les composent n'ont pas été aggrégés dans des circonstances qui leur aient permis de se grouper régulièrement, et de produire les polyèdres qui doivent résulter de leurs formes. Ce sont ou des masses homogènes compactes, ou des masses cristallisées confusément, qui doivent être rapportées à l'espèce chimique à laquelle elles appartiennent, et c'est encore ici une des prérogatives du caractère chimique.

Dans l'un et l'autre cas l'opacité ou la translucidité de ces minéraux, leur défaut total de structure ou leur texture vitreuse indiquent les circonstances perturbatrices de leur pureté ou de leur aggrégation régulière, dans lesquelles ils se sont formés.

Malgré ces déviations du principe de simplicité ou d'unité dans les formes, malgré les causes qui empêchent, dans certaines circonstances, les individus minéralogiques de se réunir en cristaux, nous conclurons néanmoins que les formes polyédriques et régulières des minéraux qu'on nomme des *cristaux*, et le phénomène que l'on nomme cristallisation, offrent un caractère de la plus haute importance, d'une très-grande valeur, et susceptible d'une multitude de considérations que nous développerions ici, si elles ne l'avoient déjà été avec toute l'étendue, la profondeur et la clarté desirables au mot Cristallisation, auquel nous renvoyons le lecteur.

§. 2. *La dureté.*

Cette propriété paroît tenir à l'individu minéralogique,

et non pas à ses masses : elle résulte bien de la force d'adhérence des individus entre eux : mais cette force paroît être une conséquence de leur nature et de leur forme, et non du mode de leur aggrégation. On ne peut pas la faire varier comme la solidité ou la tenacité, en changeant le mode d'aggrégation des molécules. Au reste il est difficile de se rendre compte de l'essence de cette propriété, il suffit que l'observation et l'expérience nous aient appris qu'elle ne paroît pas susceptible de varier dans les molécules des corps purs appartenant à la même espèce. Les diamans, les topazes, les corindons, le calcaire spathique, le quarz hyalin conservent toujours la même dureté dans leurs parties, c'est-à-dire dans leur poussière la plus ténue. La dureté des parties qu'il ne faut pas confondre avec la force d'aggrégation, ou la solidité des masses, peut donc être rangée parmi les propriétés essentielles et caractéristiques de l'espèce se manifestant dans les masses, quand on peut les avoir pures et jouissant de leur aggrégation complète, c'est-à-dire homogènes et cristallisées.

On pourra objecter que des corps évidemment de même nature paroissent avoir des degrés de dureté très-différens, et citer pour exemple la craie et le calcaire spathique, le charbon et le diamant; l'argile crue et l'argile cuite, l'alumine et le corindon, etc. Mais ces exceptions apparentes prouvent au contraire qu'il faut déterminer, comme nous venons de l'établir, la dureté des corps d'après celle de leurs molécules, et non d'après celle de leurs aggrégats. Ainsi, c'est la masse des petits rhomboïdes qui composent la craie, qui seule paroît plus tendre que le calcaire spathique. Chacun de ces petits rhomboïdes pris isolément auroit une dureté égale à celle d'un gros rhomboïde de calcaire.

La poussière de charbon a une très-grande dureté : l'usage qu'on en fait dans les arts pour donner le dernier poli à certains corps, le prouve suffisamment.

L'argile et l'alumine ne diffèrent en dureté du corindon, que parce que la première est un mélange impur, et la seconde une combinaison d'eau et d'alumine, que l'une et l'autre d'ailleurs sont loin d'avoir atteint leur aggrégation complète. Mais quand par la cuisson on chasse l'eau de ces mélanges, et qu'on en rapproche les molécules de manière à ce qu'on

puisse leur faire éprouver une grande force latérale, sans parvenir à les désunir, alors ces molécules peuvent montrer une dureté capable de rayer le quarz. On les a rapprochées, par ce moyen, de l'aggrégation complete, qui leur permettroit de manifester toute leur dureté, mais que la cristallisation peut seule donner.

Il est assez difficile d'évaluer la dureté avec précision, outre l'attention qu'il faut apporter dans le choix des échantillons d'une espèce dont on veut apprécier la dureté, afin de prendre ces échantillons doués des qualités que nous venons d'indiquer, il faut se garder d'user de moyens vagues, tels que le choc de l'acier, et la scintillation qui en résulte : caractère faux et non seulement insignifiant, mais trompeur. Il faut aussi éviter les évaluations qu'on ne peut rapporter a aucun veritable terme fixe, et qui sont par conséquent arbitraires.

M. Mohs a proposé le seul moyen qui nous paroisse propre à donner à ce caractère le degré de précision dont il peut être susceptible, c'est d'établir une série de comparaison dont les termes seront choisis dans des espèces connues depuis long-temps, faciles à se procurer avec les degrés de perfection et de pureté requis.

Cette série peut se borner aux dix espèces suivantes, en allant de la moins dure à la plus dure.

1. Le talc laminaire blanc.
2. Le gypse prismatique limpide.
3. Le calcaire rhomboïdal.
4. Le fluor octaèdre.
5. Le phosphorite apatite.
6. Le felspath adulaire limpide.
7. Le quarz hyalin prismé.
8. La topaze jaune prismatique du Brésil.
9. Le corindon telesie rhomboïdal.
10. Le diamant limpide octaèdre.

C'est en essayant de rayer un minéral par un autre qu'on peut évaluer sa dureté. Il y a plusieurs précautions à prendre ; il faut autant que possible agir avec un angle de 90° sur une surface unie, et comme la plupart des minéraux qui composent la série précédente ont une structure laminaire, on doit

agir perpendiculairement à la surface des lames. Il faut avoir soin de ne pas confondre avec une véritable rayure la poussière laissée sur cette surface par la trituration de l'angle ou de l'arête du minéral qu'on emploie pour rayer, et il est donc convenable de nettoyer cette surface après l'essai qu'on doit toujours répéter plusieurs fois; car, suivant l'adresse qu'on y met et la forme de l'arête ou de l'angle avec lequel on agit, on peut rayer ou ne pas rayer le minéral de comparaison, quand celui qu'on essaie jouit d'un degré de dureté qui s'éloigne peu de celle de ce minéral.

§. 3. *La densité.*

Les différences de densité des corps inorganiques dérivent-elles de celles de leurs molécules intégrantes, ou de l'aggrégation de ces molécules? Les atomes ou molécules intégrantes ont, suivant les chimistes, des pesanteurs très-différentes, mais la différence de pesanteur qu'on trouve dans deux corps vient-elle uniquement de celle de leur molécule, ou de cet élément combiné avec celui qui résulte de leur aggrégation? c'est ce qu'il est difficile de déterminer d'une manière absolue.

Les deux causes pourroient y concourir: ainsi tous les minéraux dans lesquels la baryte entre comme principe, ont une pesanteur spécifique jusqu'à un certain point proportionnelle à la quantité de ce corps.

Un fait fort remarquable, observé par MM. Le Royer et Dumas, c'est que le poids de l'atome de la néphéline est presque égal à celui des deux atomes d'alumine et de silice, qui constituent cette espèce de pierre. Mais la pesanteur spécifique ne suit plus ce rapport, ce qui ne laisse aucun doute sur l'influence qu'ont les divers degrés de rapprochement des molécules sur la densité des composés.

D'ailleurs on sait fort bien qu'en écartant par la chaleur, les molécules intégrantes d'un corps, on diminue sa pesanteur spécifique au point de la rendre inférieure à celle de certains corps auxquels elle étoit supérieure, et cela sans changer la nature du corps, par conséquent sans détruire l'individu.

Mais que la densité reconnue dans un corps réside dans la molécule intégrante, ou dans l'aggrégation de ces molécules,

ou bien qu'elle dérive de l'une et de l'autre cause, il n'en est pas moins vrai que la densité est une propriété essentielle à l'espèce minéralogique, et qu'on retrouvera toujours la même dans les mêmes espèces, lorsqu'on aura pris les précautions convenables pour que toutes les autres circonstances soient les mêmes d'ailleurs. Ce sera donc un caractère de première valeur inhérent à l'espèce, et dérivant de la nature de l'individu minéralogique, s'il ne lui appartient pas en propre.

Les conditions auxquelles il faut avoir égard pour pouvoir comparer avec exactitude la pesanteur spécifique des espèces minérales, et en tirer un caractère, sont les suivantes :

1. Il faut que le minéral soit homogène et pur, c'est-à-dire exempt de tout mélange et de toute combinaison étrangère à sa composition normale.

2. Il faut qu'il soit complètement aggrégé, qu'il le soit naturellement, c'est-à-dire par voie de cristallisation, et non par voie de compression.

Cette différence dans l'état d'aggrégation explique, comme à l'égard de la dureté, les différences de densité que présente la même espèce minérale dans ses différens états. Tels sont : l'alumine cuite dont la pesanteur spécifique est d'environ 2, tandis que celle du corindon est d'environ 4 ; le calcaire concrétionné qui n'a quelquefois que 2,3, et le calcaire spathique qui a 2,7 ; le charbon anthracite qui a 1,8, et le diamant qui a 3,5, etc.

3. Si son aggrégation a été poussée par la compression au-delà de cette limite, il faut l'y ramener en le dilatant fortement par la chaleur, ou même en le fondant lorsqu'il en est susceptible.

Les différences de pesanteur spécifique, que présente le même corps lorsqu'il a été comprimé, ou lorsqu'il s'est solidifié tranquillement après la fusion, sont quelquefois considérables.

Ainsi les métaux natifs, qui sont souvent cristallisés et toujours impurs, ont une pesanteur spécifique très-différente des métaux purs simplement fondus et des métaux purs et forgés.

	Natif.	Fondu.	Forgé.
L'or.....	.....	19,2.....	19,3
La platine...	.....	20.....	21
Le cuivre...	8,5	7,8.....	8,8

Dans d'autres cas, il paroîtroit difficile d'expliquer les différences de densité que présentent des échantillons des mêmes corps qui semblent être d'ailleurs assez purs. Mais outre que ces différences sont généralement très-foibles, c'est-à-dire de 3 ou 4 centièmes au plus, elles s'observent dans des corps naturels dont le degré de pureté et d'aggrégation ne peut pas être apprécié avec une exactitude scrupuleuse, ou bien elles dérivent de la méthode souvent imparfaite qu'on a employée pour les mesurer, et surtout de ce qu'on a pas eu l'attention de rendre toutes les circonstances égales pour établir une juste comparaison.

Ainsi l'alumine cuite qu'on vient de citer, et qui paroît différer si sensiblement du corindon, ne présente cette différence que quand on a pris sa pesanteur spécifique, sans employer des précautions convenables pour s'assurer que l'air en est chassé. En usant de ces précautions, MM. Le Royer et Dumas ont trouvé à l'alumine cuite une pesanteur de 4, par conséquent égale à celle du corindon.

Quant à la manière de connoître la densité relative des minéraux, ou, ce qui revient au même, de prendre leur pesanteur spécifique, elle ne diffère point de celle dont on se sert en physique pour prendre celle de tous les corps. Les précautions sont les mêmes quant à la température du liquide dans lequel on les plonge : les instrumens sont les mêmes. On choisit les plus simples et les plus portatifs pour les minéraux, et notamment, soit la méthode de Klaproth, soit la méthode de l'aréomètre ou balance hydrostatique de Nicholson : les procédés particuliers qu'exigent les corps perméables, les corps dissolubles, les corps plus légers que l'eau, sont aussi les mêmes. Ils sont décrits et figurés dans tous les ouvrages de physique, et doivent être connus de toutes les personnes qui possèdent les élémens de cette science : d'ailleurs ils seront exposés à l'article Pesanteur spécifique par le rédacteur de la partie physique de ce Dictionnaire.

Mais, pour qu'on puisse trouver réuni ici tout ce qui est relatif à l'observation des caractères minéralogiques, nous croyons devoir rappeler la proportion qu'il faut faire pour arriver au nombre qui doit exprimer le rapport de pesanteur ou de densité d'un minéral avec l'eau distillée prise pour unité de comparaison, et la formule qui en résulte.

La proportion est :

Le poids A de l'eau déplacée par le minéral, ou la perte de poids qu'a éprouvée ce minéral pesé dans l'eau, est au poids P du même morceau pesé dans l'air, comme 1 est à un quatrième terme x, qui donnera le rapport cherché de la densité de ce minéral, à celle de l'eau distillée. Ainsi on aura $A : P :: 1 : x$, et par conséquent pour formule $x = \frac{P}{A}$.

§. 4. *Action des minéraux sur la lumière.*

Les diverses manières dont la lumière est modifiée par les minéraux, offrent un grand nombre de phénomènes curieux et plusieurs caractères importans qui ont été étudiés dans ces derniers temps par les physiciens, avec une profondeur, une précision et une persévérance remarquables. Les phénomènes observés et les lois qu'on y a reconnues ont tellement agrandi cette branche de la physique dans sa seule application à la minéralogie, que le minéralogiste ne peut plus suivre le physicien dans l'observation de tous les phénomènes, et dans la recherche et le calcul des lois qui les lient. Il doit, ou au moins il peut se borner à en prendre le résultat, et à examiner l'usage qu'il convient d'en faire pour compléter l'histoire naturelle des minéraux. C'est la marche que nous allons suivre dans l'exposé des divers modes d'action des minéraux sur la lumière.

Cette action fournit des caractères de valeurs bien différentes : tantôt ils paroissent dériver immédiatement de la molécule intégrante, ou de l'individu minéralogique, et appartenir par conséquent à la nature intime du minéral, ou à l'essence de l'espèce : tantôt, et quoique en apparence du même ordre, ils n'indiquent que des variétés, ils n'indiquent même qu'un léger changement d'état dans le mode d'aggrégation des molécules. C'est donc particulièrement la valeur de

ces phénomènes, comme caractères minéralogiques, qu'il convient d'examiner lorsqu'on étudie les propriétés optiques des minéraux sous le point de vue minéralogique.

On doit classer sous deux titres différens l'action des minéraux sur la lumière : 1.° sur la lumière qui les traverse, ou la *transmission ;* 2.° sur la lumière qu'ils réfléchissent, ou la *réflexion.*

Au premier titre se rattachent la transparence, l'opacité, les diverses sortes de réfraction, la polarisation, etc.

Au deuxième titre appartiennent les considérations sur les couleurs, le chatoiement, l'éclat, etc.

I. *Transmission de la lumière.*

Lorsqu'un minéral, placé entre l'œil et un corps visible, laisse passer assez complètement la lumière qui tombe à sa surface, pour qu'on puisse distinguer nettement les formes et les couleurs du corps qui est derrière lui, on dit que ce minéral est *transparent :* tels sont le quarz hyalin, le gypse, le mica.

Lorsqu'il laisse passer une partie de la lumière, mais pas suffisamment pour qu'on puisse distinguer les contours de ce corps, on dit qu'il est *translucide :* tels sont la calcédoine, les agates, le jade, le zinc calamine, etc.

Lorsqu'enfin il ne passe pas sensiblement de lumière à travers le minéral réduit à un millimètre d'épaisseur, on dit qu'il est *opaque :* tels sont les métaux, le jaspe, etc.

Si ces expressions étoient prises dans leur acception rigoureuse, il n'y auroit de degrés d'intensité que dans la *translucidité;* mais ce ne sont que des expressions relatives, et il y a des minéraux imparfaitement transparens, comme il y en a d'imparfaitement opaques. Beaucoup de pierres sont dans ce dernier cas ; elles sont opaques, à deux millimètres d'épaisseur, et translucides à un demi-millimètre ; les métaux autopsides, la plupart des sulfures métalliques sont au contraire parfaitement opaques.

La *transparence* est un caractère non équivoque de pureté : ce qui veut dire pour nous que le minéral qui en jouit ne contient que des parties combinées, et point de parties mélangées.

Mais l'inverse n'est pas également vrai : la *translucidité*

et l'*opacité* ne sont pas toujours des caractères de mélanges ou de combinaisons imparfaites et indéterminées, puisque le même corps, suivant le mode d'aggrégation de ses molécules, peut être transparent ou translucide; ainsi le quarz hyalin transparent n'est pas plus pur que la calcédoine. l'hydrophane est pour ainsi dire plus pur dans son état d'opacité que dans celui de translucidité; car, dans ce dernier état, elle contient de l'eau qu'elle ne renfermoit pas dans le premier.

L'écartement des molécules, leur arrangement confus, pour ainsi dire, suffisent pour enlever la transparence d'un corps, et du marbre statuaire d'un beau blanc de lait, n'est pas plus impur que le calcaire spathique rhomboïdal d'Islande. Il n'y a de différence entre eux que l'arrangement des molécules.

L'opacité complète appartient aux métaux autopsides les plus purs.

Nous nous bornerons à ces exemples : il n'est pas nécessaire d'en apporter davantage pour établir la valeur qu'on doit attribuer aux caractères tirés de la transparence et de l'opacité.

Lorsque la lumière pénètre obliquement dans un corps quelconque, les minéraux comme les autres, la direction du rayon lumineux est toujours changée. Ce phénomène se nomme la *réfraction de la lumière* (1).

Les minéraux ont, comme corps naturels, et plus que tous les autres corps, la propriété de faire éprouver à ce phénomène un grand nombre de modifications.

Tantôt le faisceau lumineux s'écarte simplement de sa direction, et c'est ce qu'on appelle la *réfraction simple* : tantôt il se divise en traversant le minéral en deux faisceaux distincts qui suivent chacun une direction particulière, et c'est ce qu'on nomme, comme on le sait, la *réfraction double*.

La *réfraction simple* est plus ou moins forte, suivant que le rayon s'écarte plus ou moins de sa première direction, en s'approchant de la normale ou de la ligne perpendiculaire à

---

(1) Voyez au mot Lumière considérée physiquement, l'article de la Réfraction. Nous supposons ici le phénomène connu, défini exactement, développé et calculé, nous ne le considérons que dans ses rapports avec les espèces minéralogiques.

la surface du corps. Cette puissance réfractive, tenant à la nature du corps qui l'exerce, peut servir pour indiquer la nature ou la composition; et comme une forte réfraction est toujours accompagnée d'une forte réflexion à la surface, et par conséquent d'un éclat particulier, on peut, à l'aide de cette propriété, présumer la nature du minéral qui en jouit, et diriger ses recherches ultérieures dans le sens qu'elle indique.

Tous les corps éminemment combustibles, tels que l'hydrogène, le charbon et les corps qui en contiennent, ont une réfraction très-puissante: on sait que c'est ce phénomène qui avoit fait soupçonner à Newton que le diamant renfermoit quelque chose de combustible.

Les minéraux qu'on nomme vulgairement pierres, réfractent au contraire foiblement la lumière, et ceux qui jouissent d'une plus grande puissance réfractive, tels que le zircon, ont en même temps un éclat particulier qui a quelque rapport avec celui du diamant.

Ainsi cette propriété ou caractère tient à la nature de l'individu minéralogique; elle est toujours la même et de la même intensité dans la même espèce, toutes les circonstances étant égales d'ailleurs: car la densité en modifie la puissance, mais très-foiblement dans les corps solides, par conséquent dans ceux qui sont plus particulièrement l'objet de notre étude. Cette propriété est donc essentielle à l'espèce, et seroit aussi utile pour sa détermination qu'elle est fondamentale, si elle étoit moins *relative*, qu'elle pût être observée plus facilement, et exprimée d'une manière plus absolue.

Dans plusieurs corps naturels, le faisceau lumineux qui pénètre obliquement dans un corps transparent, non seulement s'écarte de sa première direction, mais il se divise en deux parties: la première suit la loi de *réfraction ordinaire*, propre au corps que ce rayon traverse; la seconde s'en écarte plus ou moins, tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, éprouve ce qu'on appelle une *réfraction extraordinaire*, et produit le phénomène de la *double réfraction*, ou de la double image, parce que les corps qu'on regarde à travers les minéraux qui jouissent de cette propriété remarquable, paroissent doublés d'une manière plus ou moins sensible.

Pour observer ce phénomène, on a en physique des appareils d'optiques disposés de manière à le faire reconnoître avec certitude et succès et à le mesurer quelque foible qu'il soit. Mais, pour l'usage habituel des minéralogistes, on peut se contenter du moyen indiqué et si souvent employé par Haüy. Il consiste à regarder une tête d'épingle à travers le minéral dont on veut reconnoître la propriété réfringente, en ayant soin de placer l'épingle, ou tout autre corps délié, mais très-distinct, à une distance convenable du minéral, et de regarder à travers les plans terminaux naturels ou artificiels de celui-ci dans une direction propre à l'observation du phénomène. Nous reviendrons bientôt sur les conditions qu'il faut remplir pour obtenir le résultat qu'on cherche.

Ce phénomène se rattache d'autant plus particulièrement à la minéralogie, qu'il ne s'observe facilement ou pour ainsi dire naturellement, que dans les corps cristallisés. On peut, par différens moyens ou artifices, le faire naître dans les matières fondues; mais il semble qu'il faut donner à leurs parties, par ces moyens, un arrangement cristallin qui n'est même quelquefois que momentané. Ainsi la chaleur ménagée qui le fait naître dans le verre, le fait aussi se manifester dans quelques minéraux cristallisés qui ne le possèdent pas à la température ordinaire où on a l'habitude de les observer.

Ces exceptions que nous ne pouvons que rappeler ici, ne détruisent pas la *première condition* générale, que c'est aux corps cristallisés qu'appartient presque uniquement cette propriété.

La *seconde condition* encore plus générale se tire de la forme primitive de ces corps inorganiques cristallisés.

Les minéraux qui ont pour forme primitive le cube, l'octaèdre régulier et le dodécaèdre à plans rhombes, ne jouissent pas de cette propriété dans leur état ordinaire: mais M. Brewster a reconnu qu'il falloit que ces formes fussent parfaitement exactes; pour peu qu'elles dévient de leur régularité, les minéraux qui les possèdent acquièrent alors la propriété de diviser le rayon réfracté: la chaleur qu'on y propage fait également naître ce phénomène de la même manière que dans le verre inégalement échauffé. Ces phénomènes, quand ils se présentent pour ainsi dire d'eux-mêmes, paroissent donc être non seulement propres à l'espèce mine-

ralogique et liés à sa nature, mais très-convenables pour faire reconnoître la structure cristalline, et par conséquent l'origine probablement naturelle des corps inorganiques, et pour les distinguer de ceux qui ont été formés par fusion ignée, et par des moyens souvent artificiels.

Elles indiquent en outre un état d'aggrégation uniforme et régulière, et montrent que le minéral jouit à cet égard d'une de ses propriétés essentielles; elles prouvent en effet que la forme primitive n'est aucun des trois solides simples et éminemment symétriques que nous avons nommés.

Il faut, tant pour observer ce phénomène que dans le cours de l'observation, avoir égard à quelques circonstances importantes que nous devons indiquer comme une suite des conditions liées avec la manifestation de la double réfraction.

C'est la *troisième condition* qui est fondée sur la position de l'axe de réfraction, par rapport aux faces du cristal. On admet dans les corps doués de la double réfraction une ligne ou axe d'où paroissent émaner les forces réfringentes (pl. II, fig. 4 et 5, IA.)

Tantôt le rayon de réfraction extraordinaire R E, fig. 4, est rapproché de l'axe IA, et situé entre lui et le rayon de réfraction ordinaire RO: c'est ce que les physiciens nomment *réfraction attractive* ou *quarzeuze*, parce que le quarz possède cette réfraction que montrent aussi la baryte sulfatée, la topaze, le gypse, etc.

Tantôt le rayon de réfraction extraordinaire R E, fig. 5, s'écarte plus de l'axe de réfraction IA, que le rayon ordinaire RO, celui-ci est situé alors entre l'axe et le rayon de réfraction extraordinaire. Ce dernier est comme repoussé par l'axe. C'est ce qu'on appelle *réfraction répulsive* ou *béryllée*: la double réfraction du calcaire rhomboïdal du béryl, de la tourmaline, etc., est de cette classe.

Dans tous ces cas, on ne peut voir le phénomène si on regarde le corps en observation, soit perpendiculairement, soit parallèlement à l'axe de réfraction. Il faut toujours que le rayon visuel soit incliné à l'une et à l'autre de ces directions.

La *quatrième condition* est donc, ou de choisir sur le cristal des faces, dont l'inclinaison permette ce mode de vision, ou d'en faire naître d'artificielles s'il n'en existe pas.

Le premier cas est rare, c'est-à-dire celui dans lequel deux faces naturelles du cristal étant parallèles, sont en même temps dans une position inclinée sur l'axe de réfraction : le calcaire spathique et le soufre remplissent cette condition.

Si cette circonstance, qui est la plus favorable à l'observation directe et immédiate, n'existe pas, il faut ou choisir sur les formes secondaires du cristal deux faces inclinées l'une sur l'autre, qui permettent une vision oblique à l'axe de réfraction; c'est le cas du quarz prismé; on regarde à travers une des faces de la pyramide, et le pan du prisme qui lui est opposé; ou bien il faut faire naître artificiellement, c'est-à-dire par la taille et le poli, une facette inclinée sur l'axe, et regarder perpendiculairement à travers cette facette et la face du cristal qui lui est opposée; c'est le cas d'un grand nombre de cristaux dont la forme primitive est un prisme à base rhombe ou parallélogrammique, tels que le gypse, la baryte sulfatée, etc.

Les faces à travers lesquelles on observe la double réfraction s'appellent *faces réfringentes*, et l'inclinaison de ces faces la plus convenable à l'observation se nomme l'angle *réfringent*.

On arrive par ces moyens à des caractères précis, inhérens à la nature de l'espèce, mais qui ont contre eux d'être difficiles à observer. Il faut, pour qu'on puisse déterminer la position de l'axe de réfraction, réunir un grand nombre de circonstances favorables, telles que la grosseur du cristal, sa netteté, une transparence complète, et ensuite l'art de voir des effets qu'on ne saisit bien et sûrement que quand on a acquis l'habitude de les chercher et de les reconnoître : il est rare de trouver des minéraux qui présentent toutes ces conditions.

L'étude des phénomènes de la double réfraction, poursuivie avec génie et persévérance par Malus, et ensuite par plusieurs célèbres physiciens, MM. Brewster, Biot, Arago, Fresnel, etc., a conduit à la connoissance, très-approfondie maintenant, d'une autre propriété de la lumière et d'une influence des minéraux sur la lumière, encore plus délicate, plus variée, plus féconde par conséquent en résultats curieux, à cette propriété qu'on a nommée *polarisation*, parce que la lumière qui a tra-

verse certains minéraux sous des conditions particulières se comporte comme si elle avoit acquis des pôles, et à la manière du fluide magnétique.

L'étude de ce nouveau phénomène trop délicat, trop compliqué pour pouvoir être employé comme caractère de reconnoissance des minéraux, doit rester dans le domaine de la physique; il est suffisamment développé, et à sa véritable place aux paragraphes Réfraction, double Réfraction et Polarisation de l'article Lumière de ce Dictionnaire (1); cette découverte a introduit dans l'histoire des minéraux une nouvelle série de propriétés qu'on désigne sous le nom de *caractères* ou *propriétés optiques des minéraux;* elles sont dans quelques cas d'une assez grande importance pour confirmer la division de certaines espèces, tels que le mica, la tourmaline, etc., en plusieurs autres; dans d'autres cas elles font connoître des propriétés très-curieuses des corps: dans d'autres cas enfin elles s'appliquent aux arts d'une manière tout-à fait remarquable, en donnant les moyens d'introduire dans les lunettes, des corps naturels transparens, doués de propriétés optiques que l'art ne peut pas faire naître dans les matières vitreuses. Le quarz hyalin, ou cristal de roche, est un des corps transparens à double réfraction dont Rochon et quelques physiciens ont fait le plus heureux emploi dans les lunettes marines et dans les lunettes astronomiques, pour déterminer, au moyen de cette propriété, par un calcul très-simple, et quelquefois même par la seule observation, si un corps qui se meut dans la direction du rayon visuel s'éloigne ou s'approche de l'observateur. Lorsqu'on a découvert dans le quarz la propriété de la double réfraction, on ne présumoit pas que cette propriété, qui n'étoit alors que curieuse, seroit un jour susceptible d'une application de l'importance de celle que nous venons d'indiquer, qu'elle pourroit servir, par exemple, à faire connoître sur-le-champ et par un artifice très-simple, si un vaisseau qui en poursuit un autre gagne ou perd de vitesse sur celui qu'il chasse, et qu'elle seroit ainsi dans le cas d'avoir une influence considérable sur les plus grands intérêts de la société.

---

(1) Dict. des Sciences naturelles, tom. XXVII, pag. [illegible] et [illegible]

II. *Réflexion de la lumière.*

La manière dont les minéraux nous renvoient la lumière de leur surface ou de leur intérieur fournit un grand nombre de considérations, mais toutes moins importantes que celles que fournit la réfraction, parce qu'il est plus rare qu'elle dépende, comme dans cette dernière, de la nature intime et essentielle du minéral, et cependant c'est à cette classe de phénomène, à laquelle appartiennent la couleur, le chatoiement, etc., que l'école de Werner a attaché, sinon le plus d'importance, car elle ne cherchoit guère à apprécier la valeur des caractères, au moins le plus de détails, de définitions, de développemens; c'est ce caractère extérieur en effet qu'elle mettoit en tête des autres comme le plus apparent, et par conséquent le premier suivant ses principes de description.

Mais, si, au lieu de placer sur la même ligne tous les phénomènes dus à la réflexion de la lumière, on a l'attention de distinguer les circonstances dans lesquelles ils se manifestent, on trouvera dans ces phénomènes des valeurs très-différentes, suivant les circonstances et les minéraux où on les observe. Nous distinguerons dans ce but les phénomènes de la réflexion en *coloration* et *éclat*, et les couleurs que présentent les minéraux en *couleurs propres* et *couleurs accidentelles*.

Les couleurs propres tiennent, à ce qu'il paroît, à la nature même des molécules; elles ne sont dues à aucun corps étranger, mêlé ou combiné avec celui qui les présente. Lorsque ce corps est ramené au même degré de densité, au même état d'aggrégation, à la même température, etc., il présentera toujours les mêmes couleurs; et plus il s'approchera de l'état de parfaite pureté, plus aussi cette couleur sera uniforme et constante. Cette considération établit d'une manière absolue le caractère des couleurs propres.

Ainsi, les métaux autopsides et les combustibles metalloïdes ont des couleurs propres, et sont seuls susceptibles d'en donner de telles aux combinaisons dans lesquelles ils entrent.

Les sels dont ces corps forment les parties constituantes, tels que les sulfates de fer, de cuivre et de cobalt, et les phosphates de fer, de plomb, etc.; les oxides de ces métaux, dans différens

degrés d'oxidation, leurs sulfures etc.. ont tous des couleurs propres, et par conséquent susceptibles d'être employées comme caractères, lorsque d'ailleurs toutes les circonstances sont égales: et lors même que ces circonstances changent, si on a pu tenir compte du mode de changement, les couleurs différentes que ces corps peuvent offrir, sont restreintes dans certaines limites, et sont encore tellement déterminées qu'elles peuvent servir également de caractères distinctifs.

Ainsi le mode d'aggrégation, ou le degré de densité peuvent faire varier le fer oxidulé du noir au vert, le cuivre azuré du bleu au vert, l'arsenic sulfuré du rouge au jaune orangé, l'or métallique du jaune pur au violet. Ces changemens sont dus à l'arrangement des molécules, et nullement à la présence d'un corps étranger; ce sont donc toujours des couleurs propres.

Si on voit dans des combinaisons de métaux autopsides, qui paroissent assez simples et assez bien déterminées, des variations de couleur fort étendues, telles que celles que présentent le zinc sulfuré, le plomb phosphaté, le cuivre arseniaté, l'urane phosphaté, etc., cela tient probablement à la présence de quelques principes étrangers que la chimie n'a pas encore signalés pour tous, mais qui commencent déjà à être assez bien connus dans les deux derniers pour rendre raison des grandes différences qu'ils présentent quelquefois dans leur couleur.

Les *couleurs propres* bien reconnues peuvent donc être regardées comme des caractères de première valeur, susceptibles par conséquent d'être employés pour la distinction des espèces.

Les COULEURS ACCIDENTELLES sont celles qui sont dues, ou à la présence de corps étrangers à la composition de l'espèce, ou à certaines altérations dans le mode d'arrangement des molécules des espèces qui d'ailleurs n'ont pas de couleur propre.

Ainsi les métaux hétéropsides et leurs combinaisons n'ont point de couleur propre dans leur état de pureté, ils sont incolores, leurs combinaisons pures le sont également, les couleurs accidentelles qu'ils présentent paroissent être toujours dues à la présence de quelques combustibles métalloïdes ou de quelque

métal autopside. Ces couleurs, qui semblent pouvoir varier comme la nature des corps étrangers dissous ou simplement mêlés dans ces minéraux essentiellement incolores, ne peuvent donc être employées comme caractères spécifiques; mais comme ces variations ont quelquefois des limites, comme elles sont dues quelquefois à des métaux autopsides qui ne sont pas toujours mélangés sans proportion et comme au hasard, mais qui sont au contraire dissous en quantité notable dans certaines variétés, et même en état de combinaison à proportion définie, ces couleurs peuvent, dans quelques cas, être regardées comme inhérentes à l'espèce, et dans d'autres comme propres à réunir certaines variétés sous le titre de sous-espèces.

Ainsi, dans le premier cas, les grenats, le péridot, la chlorite, la liévrite, l'hyperstène, quoique placés parmi les pierres, c'est-à-dire parmi les minéraux auxquels on ne reconnoît pas de couleur propre, pourroient bien cependant devoir leur couleur à un métal autopside: et ici c'est le fer qui n'y est pas seulement principe accessoire, mais principe constituant et tellement nécessaire, que ces pierres le contiendroient essentiellement, et seroient par conséquent essentiellement colorées. Les couleurs deviendroient ici couleurs propres, et pourroient être employées comme caractère spécifique.

Dans le second cas, le principe colorant est moins essentiel, il ne se trouve que dans quelques variétés: mais il modifie sensiblement, et autrement que par la couleur qu'il leur imprime, les caractères de ces variétés: tels sont le chrome oxidé dans le béryl émeraude, et le fer dans le béryl aigue-marine; l'acide chromique dans le spinelle rubis, et le fer dans le spinelle pléonaste; le fer dans différens états d'oxidation: dans les grenats, les amphiboles, les pyroxènes, l'épidote, etc.

Dans les autres cas, qui sont aussi les plus nombreux, les couleurs sont si étrangères à l'espèce, si peu influentes, si variables, qu'elles ne peuvent plus être prises que pour établir des variétés du dernier ordre. Cependant, en examinant la distribution des couleurs de cet ordre dans le règne minéral, on peut encore y reconnoître, non pas certaines

lois, mais certaines *habitudes*, si l'on peut toutefois s'exprimer ainsi, et voir que toutes les espèces ne sont pas susceptibles de présenter indistinctement toutes les couleurs, qu'il semble au contraire y avoir dans beaucoup d'espèces une certaine série de couleurs admises, et une certaine série de couleurs exclues. Nous allons en présenter quelques exemples.

Les minéraux pierreux à base de chaux présentent à peu près toutes les couleurs: mais, dans les carbonates de chaux, ces couleurs, répandues assez également dans les masses, sont plutôt sales que pures, plutôt ternes ou pâles que vives; dans les fluates, au contraire, elles ont une pureté, une transparence, une vivacité qui ne se démentent presque jamais. Dans les gypses c'est le jaune et le rouge sale qui dominent, dans le karstenite, qui ne diffère du gypse que par l'absence de l'eau, c'est le bleuâtre. Dans les phosphorites, c'est aussi le bleuâtre et le verdâtre.

Les minéraux à base de baryte présentent peu de couleurs: le jaune sale y est dominant; le rouge, le vert, le bleu en sont presque exclus: dans ceux qui ont la strontiane pour base, c'est au contraire cette dernière couleur qui se présente le plus ordinairement.

Le quarz offre toutes les couleurs: il n'y en a peut-être pas une d'exclue, mais à l'exception du beau violet qui lui est propre dans l'amethyste, toutes les autres ont peu d'intensité et peu de pureté, car le rouge de la cornaline n'est pas pur.

Les corindons présentent aussi toutes les couleurs: mais quelle différence pour l'intensité et la pureté! je n'ajouterai pas pour l'éclat, parce qu'on pourroit l'attribuer à la différence de densité.

La couleur dominante des topazes est le jaunâtre: on en connoît de bleuâtres, de rosâtres, mais peu de vertes.

Celle des béryls est au contraire le vert, tirant quelquefois sur le bleuâtre, mais on n'y voit plus ni beau rouge, ni beau jaune, ni beau bleu.

Les spinelles ont pour couleur dominante, ou le beau rouge, ou le bleu intense. On n'en connoît ni de jaune ni de parfaitement vert: et cependant, d'après une observation de M. Brewster, une très-haute température peut leur faire prendre momentanément cette couleur.

Les seules variétés que présentent les mésotypes, les stilbites, les analcimes, c'est le rouge et le jaune sale.

Le bleu, et ses dérivés par altération, le jaune sale et le vert sale, semblent les seules couleurs des disthènes.

Le vert et le jaunâtre sont celles de la préhnite.

Le violet et le verdâtre sale colorent toujours l'axinite.

Le talc laminaire ne varie guère que du blanc au vert, tandis que le stéatite et la serpentine, qu'on regarde comme des talcs compactes, présentent toutes les couleurs, à l'exception du beau bleu, et que la magnésite et la giobertite, qui sont encore des minéraux à base de magnésie silicatée, n'ont jamais été vues qu'incolores.

Enfin il y a des espèces minérales qui se sont jusqu'à présent toujours montrées sans couleurs, car le blanc n'en est pas une; tels sont, avec la magnésite, l'harmotome, le meyonite, l'apophyllite, l'amphigène, la néphéline, la laumonite, la chabasie.

Dans les minéraux que nous venons de nommer, les couleurs sont accidentelles, et dans la plupart d'entre eux elles ne peuvent être dans un autre état; cependant on vient de remarquer qu'elles ne se présentoient pas indifféremment dans toutes les espèces. On ne sait pas encore quelle liaison il y a entre les couleurs, qu'on attribue presque toujours à l'oxide de fer dans différens états, et les principes composans des minéraux: ainsi on voit des minéraux à base de silice et d'alumine présenter toutes les couleurs, d'autres composés de ces deux mêmes principes (la néphéline) n'en offrir aucune; d'autres (le disthène) n'en offrir qu'une ou deux: on voit la même chose dans les minéraux à base de magnésie. Il est cependant présumable qu'il existe quelques rapports entre la composition et l'*habitude* des couleurs, mais je ne sache pas qu'on les ait encore reconnus.

Il y a bien d'autres minéraux pierreux qui ont aussi des couleurs dominantes; mais il seroit très-possible que dans ceux-ci la couleur ne fût pas accidentelle. J'ai déjà indiqué le grenat, le péridot, etc., comme étant dans cette catégorie. Il est présumable que l'amphibole, ou au moins certaines espèces de ce genre, le pyroxène et quelques espèces de cet autre genre, qui ont le noir et le vert foncé pour couleur

dominante, l'épidote qui a le vert, la diallage qui a le brun, les tourmalines qui ont tantôt le noir et le vert, tantôt le rouge violâtre, l'idocrase qui a le brun et le vert jaunâtre : il est présumable, dis-je, que ces minéraux doivent leurs couleurs à un de leurs principes constituans essentiels, et alors elles ne devroient pas être regardées comme accidentelles. Aussi n'avons-nous pas nommé ces minéraux dans la revue que nous venons de faire des espèces dont la coloration nous semble être indépendante de la composition.

Il y a des minéraux qui ont des couleurs dominantes, tellement différentes l'une de l'autre, qu'on est tenté pour ceux-ci plus que pour tous autres de les placer parmi les espèces à couleurs accidentelles : cependant, en y faisant une attention suffisante, on voit que ces modifications ne sont pas si étrangères l'une à l'autre qu'elles le paroissent : tels sont les minéraux qui présentent dans leurs modifications le vert intense, et quelquefois assez pur, le jaune roussâtre et le rouge très-foncé. Le péridot, le béryl aigue-marine, la chlorite, la wernerite paranthine, le fer arseniaté sont dans ce cas. La couleur pour ainsi dire primitive de ces minéraux, couleur propre à leurs variétés, si ce n'est même à l'espèce, est le vert, dû au fer : ce métal, en changeant de degré d'oxidation, passe au jaune, au jaune roussâtre et au rouge ; ce changement chimique explique assez bien pourquoi la plupart des espèces colorées en vert par le fer varient en rouge, tandis que le rouge ne varie pas en vert, et que le vert qui n'est pas dû au fer dans le béryl émeraude, dans la diallage, dans certaines serpentines, et peut-être aussi dans le fluor, n'est pas susceptible de ce genre d'altération.

Le second ordre de couleurs accidentelles renferme celles qui ne sont produites par aucun corps étranger, mais qui sont dues à diverses altérations que certains minéraux ont éprouvées dans leur aggrégation, dans leur structure, ou dans la seule disposition de leurs molécules, tels sont l'iridation, le chatoiement et le dichroïsme.

L'iridation ou la série des couleurs de l'iris peut être produite dans un minéral, soit par un corps étranger non coloré par lui-même, qui vient s'appliquer en pellicule très-mince à la surface de ce minéral, soit par l'altération de cette sur-

face, lorsqu'une lame très-mince de la substance même du minéral s'en sépare, soit enfin par des fissures très-déliées qui existent dans l'intérieur d'un minéral, ou qui sont produites par la percussion, par la chaleur, ou par toute autre cause.

Ces causes accidentelles, qui ne changent point la nature du minéral, qui n'y introduisent rien, qui ne lui enlèvent rien, produisent le phénomène connu en optique sous le nom des anneaux colorés: c'est une décomposition particulière de la lumière qui a été expliquée à cet article. Ce phénomène donne à certains minéraux des couleurs extrêmement belles par leur variété, leur assortiment et leur vivacité, les rendent souvent précieux et les font rechercher: le fer oligiste, le fer et le cuivre pyriteux, la houille même présentent quelquefois ce beau phénomène à leur surface: le quartz hyalin et le silex résinite d'un blanc laiteux, en le présentant dans leur intérieur, prennent, le premier le nom d'iris, et le second celui d'opale. Ce silex est alors recherché comme une pierre d'ornement très-précieuse et payée un très-haut prix: ces couleurs ne tiennent cependant à rien, la percussion ou une liqueur limpide qui s'introduit dans les fissures, les font disparoître. Ici donc la propriété optique ne donne pas même un caractère de sous-variété.

Lorsqu'une lumière blanche ou une lumière colorée est renvoyée de l'intérieur d'un minéral transparent, ou au moins translucide et de la surface des lames qui appartiennent à sa structure, ce phénomène s'appelle *chatoiement;* il est un peu plus important que le précédent parce qu'il peut servir à indiquer le sens du clivage, et par conséquent l'inclinaison des joints de clivage, ou des lames les unes sur les autres.

Le chatoiement est simple dans le felspath ordinaire, dans quelques gypses et calcaires spathiques, dans la baryte sulfatée, etc. Il est d'un blanc argentin ou lunaire dans le felspath adulaire, et surtout dans celui qui a éprouvé un commencement d'altération dans l'apophyllite, etc. Il est irisé dans le felspath opalin ou de labrador, et il est de la couleur du minéral dans l'arsenic orpiment laminaire, dans l'urane phosphaté cuprifère, dans le mica, etc. C'est une particularité des variétés de ces espèces: mais ce n'est pas même un caractère de sous-variété.

Le troisième phénomène de la lumière réfléchie dans l'intérieur des minéraux, est *le dichroïsme*, c'est la propriété qu'ont certaines espèces transparentes de faire émaner une couleur lorsqu'on les regarde dans un sens, et d'en produire une autre lorsqu'on les regarde dans un autre sens. Ce phénomène, des plus compliqués de l'optique, est lié avec la structure des minéraux, et par conséquent sembleroit devoir être d'une assez grande importance ; mais quand on considère que dans une même espèce certains échantillons le présentent avec une grande facilité, tandis qu'on ne peut pas le voir dans d'autres, on est obligé de le regarder aussi comme un phénomène qui tient à une disposition particulière des molécules colorantes dans ces échantillons, et qui n'est nullement caractéristique de la structure essentielle à l'espèce.

Ce phénomène se voit souvent très-bien dans l'espèce minérale à laquelle M. Cordier a donné le nom de dichroïte, précisément à cause de cette propriété; elle paroît d'un bleu de saphir dans une direction et d'un violet rougeâtre dans une autre ; quelques tourmalines le présentent également ; on le voit dans certaines sous-variétés de fluor, dont les cristaux paroissent d'un beau vert ou d'un bleu violet, suivant la manière dont on les regarde : M. de Bournon et M. Biot l'ont aussi reconnu dans quelques variétés cristallisées de mica. Les cristaux prismatiques rouges et bleus de ces micas, vus dans le sens de l'axe, présentent une couleur différente de celle qu'ils font voir quand on les regarde perpendiculairement à l'axe. Enfin il est si vrai que cette propriété n'est pas essentiellement liée à la disposition des lames ou à la structure, qu'on peut observer un véritable dichroïsme dans des minéraux non cristallisés. Le silex résinite, connu sous le nom de girasol, est d'un blanc laiteux lorsqu'on le regarde par réflexion, et d'un rouge laiteux lorsqu'on le place entre l'œil et la lumière.

L'ÉCLAT. Il y a des minéraux, et ce sont principalement ceux qui sont homogènes, très-denses et opaques, qui renvoient de leur surface lorsqu'elle est naturellement ou artificiellement polie, une si grande quantité de lumière dans une même direction qu'elle frappe les yeux avec une intensité et une vivacité qu'on désigne sous le nom d'*éclat* ou de *lustre*.

L'éclat étant différent, non pas en couleur, mais en qualité, suivant les corps qui le produisent, on a attaché beaucoup d'importance à ce caractère; on en a subdivisé considérablement les modifications en leur donnant des noms différens qui rappellent la nature de ces corps. Nous ne parlerons ici que des principales sortes d'éclats.

L'éclat analogue à celui du verre, qui est le plus foible de tous, se nomme *éclat vitreux;* celui qui a l'aspect particulier et comme onctueux de l'huile, s'appelle *éclat gras*, et *éclat adamantin*, lorsqu'il se rapproche de l'éclat particulier du diamant. Le quarz gras, l'eleolithe, le zircon, le plomb carbonaté offrent ces modifications.

Celui qui est le résultat d'une grande opacité, et qui ne paroît pas tout-à-fait indépendant de la couleur du corps qui le renvoie, porte les noms d'*éclat métallique* ou *métalloïde*, suivant son degré de pureté ou d'analogie avec l'éclat des métaux, tels que l'argent, l'or, l'antimoine, la diallage, l'hyperstène, etc.

Lorsque l'éclat semble être un mélange de l'éclat argentin avec le vitreux, qu'il se présente enfin comme dans la perle, on le nomme éclat *perlé*, lorsqu'il est d'un blanc grisâtre, on l'appelle éclat *nacré*, lorsqu'il est d'un blanc mêlé de quelques nuances de couleur.

On peut augmenter beaucoup le nombre des modifications de cette propriété : mais ce seroit inutilement, puisque les mots qui les expriment sont facilement entendus de tout le monde. Elle est, comme les couleurs, tantôt propre et tantôt accidentelle; mais elle indique en général dans les corps qui la présentent constamment, des propriétés optiques qui tiennent à leur nature intime, ou à l'arrangement ordinaire de leurs molécules.

L'éclat combiné avec la structure et la texture donne aux minéraux un aspect qui dans ce cas-ci ne tient uniquement ni à la lumière, ni à la nature du minéral, et sur lequel nous reviendrons en parlant de la structure; tels sont l'*aspect soyeux*, qui est la combinaison de l'éclat vitreux avec la structure fibreuse, à fibres très-déliées; l'*aspect résineux* qui vient du mode de cassure, joint à l'éclat vitreux. Ce qui prouve que cet aspect doit être distingué des différentes sortes d'éclats dont nous venons de parler, c'est qu'il ne se soutient pas au poli;

un silex résinite perd par ce procédé son aspect résineux, et ne conserve plus que son éclat vitreux.

§. 5. *Electricité.*

L'électricité que les minéraux manifestent ne diffère en rien de celle que présentent tous les corps inorganiques suivant leur nature et les circonstances dans lesquelles on les place; mais cette propriété, étudiée dans les minéraux, est susceptible de deux considérations particulières.

1.° Elle se développe et se manifeste dans des cas et avec des particularités qu'on n'avoit pas eu occasion de remarquer dans des corps bruts artificiels; on les a exposées à l'article Electricité des Minéraux. (Voyez ce mot.)

2.° Elle est devenue pour les minéralogistes, mais dans quelques espèces seulement, un moyen de plus de reconnoître les espèces, par conséquent un caractère minéralogique.

Ce n'est que peu à peu qu'on a pu découvrir dans cette propriété des lois assez remarquables et assez constantes pour leur attribuer ce degré d'importance.

D'abord elle a été aperçue des anciens, et sans nous arrêter au succin (*electrum*), dans lequel elle se développe si aisément et d'une manière si visible, qu'on pense que ce corps a donné son nom au phénomène, il paroît que les anciens l'avoient remarquée dans d'autres corps, mais sans reconnoître dans la propriété qu'avoient ces corps frottés, d'attirer les corps légers, d'autre analogie avec celle du succin, *electrum*, qu'une ressemblance de phénomène; ainsi, comme nous l'avons dit à l'article Lyncurius, il est très-vraisemblable que la propriété électrique des topazes ne leur avoit pas entièrement échappé.

Jusqu'à Boyle, en 1673, il ne paroît pas qu'on ait rien ajouté au peu que les anciens avoient aperçu de ce phénomène.

Mais Boyle l'étendit beaucoup en le faisant remarquer dans plusieurs *pierres gemmes.*

Il dit (1) « que de légères altérations suffisent pour exciter un « effluve de fluide des gemmes transparentes, qu'on peut rap-

(1) Specimen de gemmarum Origine et Virtutibus, edit. Hamburgi, 1673, pag. 120.

« porter ces effluves aux attractions électriques, et qu'il « possède une pierre gemme ayant presque la dureté du dia « mant, qui, légèrement frottée, acquiert une puissante pro- « priété attractive, à l'admiration du spectateur. »

Cette connoissance très-superficielle est restée stationnaire pendant près de cent ans. En 1756, Æpinus a fait connoître les propriétés électriques de la tourmaline; et, ne se contentant pas d'exposer simplement ce phénomène, il l'a développé et en a donné la théorie.

Jusque-là ces connoissances rentroient ou dans le domaine des propriétés isolées, et simplement curieuses, des minéraux, ou dans celui de la physique; il y avoit encore un grand pas à faire pour les introduire dans le domaine de la minéralogie et pour en tirer des caractères variés, précis et applicables à un assez grand nombre de minéraux. C'est à M. Haüy qu'est due cette belle application de la physique à la minéralogie. C'est lui qui a fait varier et ressortir tous les phénomènes électriques des minéraux, qui a donné les moyens de les observer, de les distinguer, et par conséquent de les employer comme caractères minéralogiques.

Ces caractères nous semblent cependant d'une foible importance, et tout au plus propres à faire connoître l'état particulier des espèces qui sont dans le cas de les présenter. Il suffit d'examiner les anomalies dont le phénomène est susceptible, anomalies qui ne tiennent pas seulement à l'impureté de l'échantillon, mais à son état d'aggrégation, peut-être aux circonstances dans lesquelles cette aggrégation a eu lieu, et enfin même à l'état de sa surface; il suffit de remarquer qu'en s'y prenant avec certaine précaution ou en mettant les corps dans certaines circonstances, on peut pour ainsi dire leur faire manifester à volonté des propriétés électriques, pour nous porter à croire que, quoique ces propriétés tiennent à l'individu, elles peuvent aussi prendre naissance dans le mode d'aggrégation des individus, ou, ce qui revient au même, devoir influer sur ce mode. Ainsi il y a des topazes dans lesquelles il est presque impossible de faire naître aucun phénomène électrique, il en est de même des tourmalines, et nous prenons pour exemple des minéraux qui manifestent ordinairement ces propriétés avec le plus de facilité et de puissance. Suivant

qu'un diamant est brut ou poli, la nature de l'électricité qu'il acquiert par le frottement est changée.

Il paroît donc que l'électricité dans les minéraux se manifeste comme dans tous les autres corps, qu'elle n'est pas plus particulière à une espèce qu'à une autre, et que si cela paroît ainsi dans quelques cas, ces prétendues différences viennent plutôt des circonstances dans lesquelles se trouvent certaines espèces que de la nature de ces espèces. Or, une propriété qui résulte d'un tel genre de modification, ne peut pas être prise comme caractère spécifique.

§. 6. *Magnétisme.*

Quoique ce caractère soit tiré d'une propriété physique qui ne diffère pas essentiellement de l'électricité, il est bien plus spécial ; cette propriété étant restreinte à un petit nombre d'espèces, elle paroît pouvoir caractériser essentiellement ces espèces ; ainsi quoique le magnétisme ne diffère pas physiquement de l'électricité que nous venons de considérer comme caractère de circonstances, il peut cependant être employé, comme caractère de première valeur, comme caractère tenant à la nature même de l'espèce, et par conséquent essentiel.

On a présenté au mot Magnétisme des minéraux tout ce qui est relatif à cette propriété physique, considérée dans les corps bruts naturels. Nous y renvoyons : nous n'avions à traiter ici que de l'importance de cette propriété comme caractère physique des minéraux ; et on vient de voir que nous la regardons comme intimement liée à la nature des espèces qui la manifestent. Mais appartient-elle à l'individu ou à l'aggrégat ? il est présumable qu'elle appartient plus spécialement encore à l'individu qu'à ses aggrégations, dont les propriétés sont ici une suite ou conséquence nécessaire de celle de l'individu, et que cette propriété même a pu régir leur mode d'aggrégation. (Voyez Magnétisme des minéraux.)

§. 7. *Phosphorescence.*

Un grand nombre de corps inorganiques ont la propriété d'être lumineux par eux-mêmes, et sans qu'on puisse attribuer cette lumière à la combustion.

Beaucoup de minéraux possèdent cette faculté, et plusieurs présentent le phénomène de la phosphorescence d'une manière très-sensible, lorsqu'on les met dans l'état le plus propre à le faire paroître.

On range ordinairement ce phénomène parmi ceux qui tiennent à l'influence des minéraux sur la lumière ; mais la définition que nous venons d'en donner, et la manière dont nous exprimons les rapports des minéraux avec la lumière qui leur arrive, fait voir qu'il n'y a point de liaison réelle entre l'action des minéraux sur la lumière et la lumière émanée des minéraux; cette première considération nous conduit à retirer la phosphorescence du paragraphe 4, et à chercher à la placer ailleurs : or on va voir que si elle doit être rapportée à une des propriétés physiques dont nous venons de traiter, c'est à l'électricité plutôt qu'à toute autre.

Nous allons d'abord étudier ce phénomène dans les rapports qu'il a avec les minéraux. Nous examinerons ensuite de quelle propriété physique il peut être regardé comme dépendant. Nous serons alors à même de juger son importance comme caractère.

La propriété qu'ont certains minéraux d'être lumineux par eux-mêmes, mais souvent trop foiblement pour qu'on puisse le reconnoître autrement que dans une obscurité complète, a été remarquée depuis long-temps. On l'avoit vue, il est vrai, ainsi qu'on voyoit autrefois la plupart des phénomènes physiques, comme des faits curieux et isolés, sans chercher à les lier avec les faits connus par aucune comparaison, ni à les constater, à les développer et à les généraliser par aucune expérience.

Ainsi, suivant M. Brewster qui nous a donné une histoire abrégée des connoissances successivement acquises sur la phosphorescence, c'est dans l'ouvrage de Benvenuto Cellini, intitulé : *Due Trattati dell' Orificeria*, publié au commencement du seizième siècle, qu'on trouve les premières notions de ce phénomène observé dans les minéraux. Il y est dit qu'on découvrit par l'effet de cette propriété, une escarboucle dans un vignoble des environs de Rome.

Boyle, en 1663, observa ce phénomène sur un diamant ; mais comme on répéta depuis l'expérience sans succès, on en

conclut qu'il y avoit erreur dans l'exposé de Boyle. Nous verrons plus bas à quoi sont dues ces apparentes contradictions.

Beccaria, Kircher, Grothus, Dufay, Pallas en 1783, le comte Morozzo, ont également remarqué ce phénomène, et l'ont décrit avec plus ou moins de développement.

Thomas Wedgwood fit vers 1792 des expériences sur la lumière qui émane de certains corps par l'action de la chaleur et du frottement : les fluorites, le diamant sont au nombre de ces corps.

Mais on peut dire que la connoissance de la phosphorescence des minéraux, et des circonstances dans lesquelles elle se manifeste, ne date réellement que des travaux nombreux et précis de M. Dessaigne, travaux qui ont remporté le prix proposé par l'Institut pour ce sujet, et qui ont commencé à être publiés dans le Journal de Physique en 1809.

Depuis ces grands travaux de M. Dessaigne, on s'est encore occupé de la phosphorescence. M. Brewster vers 1819, et M. Heinrich à peu près à la même époque, ont ajouté, notamment le dernier, un assez grand nombre de faits à ceux que M. Dessaigne avoit déjà observés.

On voit que ce phénomène a frappé assez vivement l'attention des physiciens dans ces derniers temps : il en est résulte un nombre presque infini d'observations et presque tous les corps naturels et artificiels ont été passés en revue sous ce rapport. Nous ne parlerons que des premiers, et nous ne citerons que les faits les plus saillans, ceux surtout qui nous paroissent le plus immédiatement liés avec l'objet de la minéralogie.

On fait naître par quatre moyens la phosphorescence dans les minéraux susceptibles de cette propriété : 1. *la collision*; 2. *la chaleur*; 3. *l'insolation*; 4. *l'électricité*.

1. En frappant l'un contre l'autre les morceaux de certains minéraux qui ne sont point combustibles, on produit au point de contact une lumière plus ou moins vive, qu'on ne voit que dans l'obscurité et qui est d'une couleur ordinairement rougeâtre, quelquefois bleuâtre : le quarz, le silex pyromaque offrent des exemples de minéraux *phosphorescens par collision*.

Quelquefois la percussion n'est pas nécessaire, le frotte

ment, et même un frottement léger suffit pour faire naître le phénomène. Ainsi, en passant une pointe de plume sur certaines variétés de blende, on voit une trace lumineuse suivre cette pointe; la ponce, le felspath sont phosphorescens par frottement.

2. *La phosphorescence par chaleur* appartient à une multitude de corps; elle se manifeste dans des circonstances et avec des phénomènes tellement variés qu'il seroit tout-à-fait étranger à notre sujet de les détailler. Pour l'observer, on place le minéral réduit en petits fragmens ou en poussière sur un support qui doit être toujours de même nature, non phosphorescent, et qu'on élève à une température à peu près déterminée. Il nous suffira de faire remarquer. 1.° qu'il faut pour certains corps que le degré de chaleur soit déterminé, et qu'ils restent *ténébreux*, comme le dit M. Dessaigne, au-dessus et au-dessous de ce degré.

2.° Que la couleur de la lumière est très-différente suivant les corps. M. Brewster a fait un grand nombre d'observations à ce sujet. Il en résulte qu'il y a des lumières phosphorescentes de toutes les couleurs. Nous citerons les principales en suivant l'ordre des couleurs du prisme.

Lumière blanche. — Fluorite arénacée.
Plomb arseniaté.
Witherite.
Calcaire magnésien.
Titane sphène.

Bleue. — Argent muriaté.
Télésie verte.
Pétalite (vive).
Disthène.

Verte. — Fluorite hyalin, dit Chlorophane (très-vive et à une température très-peu élevée).

Jaune. — Calcaire spathique.
Phosphorite (très-vive).
Grammatite de Glentilt.
Topaze du Brésil (foible).

Lumière orangée. — Harmotome.
Grammatite.
Titane anatase.
Arragonite.

Rouge. — Tourmaline rubellite (rouge écarlate).
Chaux schélatée (rouge de feu).

M. Dessaigne regarde la lumière bleue comme l'indication que le minéral pierreux est pur, c'est-à-dire exempt d'oxides de métaux autopsides, il attribue les couleurs jaunes et vertes de la phosphorescence à la présence de ces oxides.

Pour que la phosphorescence se manifeste, on doit avoir égard à plusieurs circonstances. Ainsi il faut que le corps n'ait pas éprouvé une température supérieure à celle à laquelle on l'expose, qu'il ne change point d'état sur le support, soit en s'y ramollissant, soit en se volatilisant.

3. *La phosphorescence par insolation* est des plus remarquables et des plus variées.

Pour l'observer, on expose les minéraux qui peuvent l'éprouver, et ils sont très-nombreux, aux rayons directs du soleil pendant un certain temps, seulement dix secondes pour certains minéraux. On les porte ensuite dans l'obscurité : ils y font voir une lumière plus ou moins vive qui se maintient quelquefois pendant un temps assez long, qu'on peut prolonger même jusqu'à une heure, en enveloppant le corps, ainsi que l'avoient déjà vu Beccaria, Kircher, Dufay et Grothus, et que l'a confirmé M. Heinrich.

Cette influence de la lumière solaire est quelquefois si puissante qu'elle agit même à travers plusieurs enveloppes, pourvu que ces enveloppes conservent un peu de translucidité, telles que des feuilles de papier.

La lumière des nuages suffit quelquefois, lorsqu'elle est claire, pour rendre phosphorescens les corps qui le deviennent facilement.

M. Heinrich a remarqué que les rayons bleus avoient seuls la faculté de donner aux corps une phosphorescence durable, et que les rayons rouges n'en communiquoient aucune.

Une cassure fraiche est une condition assez importante pour la manifestation facile du phénomène.

Parmi les minéraux phosphorescens par insolation, nous citerons les suivans comme les plus remarquables.

1.° La baryte sulfatée radiée : c'est une des premières substances minérales sur lesquelles on l'ait observée d'une manière assez populaire, pour qu'elle ait acquis à cet égard une sorte de célébrité sous le nom de *phosphore de Bologne*. Nous avons décrit la manière de la préparer et d'observer sa phosphorescence, à l'article BARYTE SULFATÉE RADIÉE, tom. IV, pag. 91.

2.° Le diamant : c'est à ce corps qu'il faut principalement appliquer ce que nous venons de dire sur l'espèce de rayons solaires qui donnent la phosphorescence, sur la durée de ce phénomène, etc. La lumière répandue par les diamans est d'un rouge de feu ; elle ne dure dans quelques uns que cinq secondes, et dans d'autres elle se manifeste pendant une heure, si on a eu soin de les envelopper.

3.° Les fluorites, notamment les variétés vertes, et particulièrement celle de Sibérie, qui est nommée Chlorophane, et qui est déjà citée pour sa facile phosphorescence par une foible chaleur.

4.° Les calcaires ou carbonates de chaux, tandis que les phosphates de chaux, si phosphorescens par chaleur, ne le sont que très-foiblement par insolation. Il leur faut la lumière directe du soleil.

5.° Les sels à base terreuse sont généralement beaucoup plus phosphorescens que les terres pures, dans l'acception vulgaire de ce mot.

6.° Le sel marin rupestre a une très-belle phosphorescence.

7.° Les sels métalliques et les oxides métalliques naturels.

8.° Le succin.

9.° Le quarz ; mais il faut qu'il reçoive la lumière directe du soleil.

La lumière produite par l'insolation est blanche dans tous les corps, à l'exception du diamant.

Aucun fossile inflammable, excepté le succin et le diamant, aucun métal natif n'est phosphorescent par insolation.

La plupart de ces observations et de ces résultats sont dus à M. Heinrich.

4. *La phosphorescence par électrisation.* En exposant certains corps naturels à l'action des étincelles électriques pen-

dant quelque temps, on leur communique la propriété de luire dans l'obscurité, et même on la leur rend quelquefois lorsqu'ils l'ont perdue, pour avoir été exposés à une trop forte calcination.

La phosphorescence produite par l'électricité se comporte à peu près comme celle qui est due à l'insolation. Elle paroît seulement plus durable, ses phénomènes sont trop étrangers à notre sujet pour que nous puissions nous y arrêter.

Nous devons maintenant ajouter aux phénomènes particuliers de phosphorescence que nous venons de décrire, quelques observations et considérations générales qui en rattachent l'histoire à celle des minéraux.

La phosphorescence paroît être dans beaucoup de cas en rapport avec la structure cristalline des minéraux; ainsi elle n'est pas toujours également répandue dans un cristal.

M. Brewster a remarqué sur une lame de chaux fluatée, portant des lignes parallèles, les unes bien colorées, les autres sans couleur, que la lumière phosphorique, dégagée par l'action de la chaleur, étoit disposée en lignes parallèles à celle de la lame; chaque ligne lumineuse émettoit une lumière propre nettement tranchée sur ses bords, et qui indiquoit dans les lames une multitude de joints parallèles qu'on ne pouvoit y distinguer, même à l'aide du microscope. Pallas avoit déjà remarqué que dans quelques morceaux de chaux fluatée d'Ekaterinebourg en Sibérie, marqués de veines vertes, ces veines seules étoient phosphorescentes.

Des expériences de M. Dessaigne rendent ces rapports avec la structure encore plus frappans, en même temps qu'elles conduisent à la théorie de ce phénomène.

Si on prend un cristal de calcaire spathique appartenant au rhomboïde primitif, et dont les faces sont sensiblement planes, c'est à-dire sans cassure ni aspérité, ou un diamant octaèdre à faces à peu près planes, et qu'on les place sur le support assez échauffé pour que la phosphorescence puisse avoir lieu, ils restent ténébreux. Si on fait naître sur ces cristaux des faces ou plans inclinés aux joints naturels ou qui coupent les lames, et qu'on les place sur le support à la même température, la phosphorescence paroît sur ces faces inclinées

aux joints, et qu'on peut considérer comme hérissées d'arêtes ou de petits angles en comparaison des faces parallèles aux joints, et qu'on peut regarder comme composées d'une suite de plans ou comme polies naturellement.

Ce fait nous a semblé fort curieux, parce qu'il se lie parfaitement, comme on le voit, avec la structure cristalline, parce qu'il explique pourquoi certains physiciens ont avancé que le diamant n'étoit pas phosphorescent, parce qu'il se lie également avec l'observation faite aussi par M. Dessaigne et par M. Heinrich, que le poli parfait enlevoit souvent à beaucoup de minéraux la faculté qu'ils avoient d'être phosphorescens dans l'état opposé, parce que enfin il conduit pour ainsi dire directement à la théorie de la phosphorescence proposée par M. Dessaigne, théorie à laquelle conduisent pareillement une multitude d'observations qui sont trop étrangères à notre objet pour que nous puissions nous en occuper, et qui consistent à regarder la phosphorescence comme un phénomène entièrement électrique, dans lequel l'électricité se dégage des molécules des corps suivant l'état dans lequel on a mis ces molécules et les circonstances dans lesquelles on a placé le corps pour en faciliter le dégagement.

Il résulte aussi de tout ce que nous venons de rapporter, que la phosphorescence est une propriété des corps inorganiques naturels, par conséquent des minéraux, propriété curieuse qui tient à leur histoire naturelle, que l'on ne peut passer sous silence, sans laisser cette histoire incomplète, qui est même dans certains cas liée avec leur structure, mais qui n'appartient, comme caractère, ni à l'individu minéralogique ni à ses aggrégations.

Art. IV. *Propriétés physiques qui ne peuvent appartenir qu'aux masses.*

La dénomination de ces propriétés suffit seule pour établir qu'elles n'appartiennent qu'aux masses ou aggrégations d'individus; que les individus minéralogiques considérés isolément ne peuvent les présenter, et par conséquent qu'elles sont d'un tout autre ordre que celles que nous venons d'étudier. Elles sont en effet d'un ordre bien inférieur, et ne peuvent jamais

avoir ni assez d'importance ni assez de valeur pour caractériser l'espèce. Cet article ne renferme donc que des propriétés de variétés, et nous allons en avoir la démonstration en les parcourant successivement.

§. 1. *La Structure.*

On a réuni sous ce nom des propriétés d'un ordre bien différent, et suivant qu'on envisage la structure, elle offre ou un caractère spécifique ou un caractère de variété : dans le premier cas, elle rentre dans le caractère tiré de la forme ; elle en est une manifestation ; elle peut et doit être désignée avec la même précision, et sort tout-à-fait de la série de caractères que nous examinons ; c'est dans le second cas seulement que la structure lui appartient.

Nous entendons par *structure* « la disposition des joints de « séparation des parties d'un minéral, d'où résulte nécessai- « rement la forme de ces parties. »

Ces joints existent dans le minéral, indépendamment de toute action mécanique. Celle-ci n'a d'autre effet que de les mettre à nu, et elle n'est pas moins toujours nécessaire pour que les joints ou la structure se manifestent. La lumière suffit pour les faire connoître dans les minéraux transparens ou translucides.

La *structure* est *régulière* ou *irrégulière*.

Dans la *structure régulière*, l'incidence des joints les uns sur les autres peut être déterminée ; elle est constante dans les mêmes espèces ; c'est cette structure qui donne le clivage des cristaux. Si on peut déterminer les angles d'incidence des joints avec exactitude, et qu'on le fasse, elle donne la forme primitive. Elle rentre alors dans les considérations de la forme, et dans la première série des caractères physiques, dans ceux qu'on peut appeler avec Haüy caractères géométriques. Mais si on se contente de remarquer que les joints sont assez étendus, assez régulièrement disposés pour qu'on puisse mesurer leur inclinaison l'un sur l'autre, sans cependant pousser jusques-là l'observation, on a une première modification de structure à laquelle on donne le nom de

Structure laminaire, c'est-à-dire à joints continus et à incidence déterminable.

Dans la *structure irrégulière*, les joints naturels sont peu étendus; ils tombent les uns sur les autres sous des incidences si nombreuses, si peu nettes, qu'on ne peut les déterminer. Ce ne sont plus alors que des caractères de variétés, et même de variétés de dernier ordre, dues entièrement aux circonstances dans lesquelles s'est trouvée la masse minérale au moment de son aggrégation. Cette structure présente les modifications suivantes :

Lamellaire. — Petites lames ou joints à peu près planes tombant les unes sur les autres sous toutes sortes d'angles. Cette structure est cristalline, et due à la dissolution préalable des masses (le calcaire lamellaire, dit marbre statuaire de Paros).

Fissile. — Des joints parallèles dans un seul sens (le schiste argileux).

Feuilletée. — La structure précédente dans laquelle les joints sont nombreux et très-rapprochés (le schiste ardoise, la dusodyle).

Stratiforme. — Des joints parallèles dans un seul sens, mais ondulés (les calcaires concrétionnés, dits stalagmites).

Fibreuse. — Des joints dans un seul sens, divisant la masse en une multitude de petits cylindres ou de cônes très-déliés (l'asbeste).

Radiée. — Lorsque ces petites parties pyramidales ou coniques très-déliées partent d'un même point, et s'écartent en divergeant (la mésotype zéolithe, le fer hématite).

Fragmentaire. — Lorsque la masse est à texture compacte, qu'elle est divisée par une multitude de joints qui suivent toutes sortes de directions, et qui lui permettent de se diviser facilement en fragmens anguleux à angles et arêtes indéterminables. (Cette structure appartient principalement aux roches, aux argiles, aux trappites, aux porphyres, etc.)

Lorsqu'un minéral ne présente aucune sorte de joints ou de structure, on dit qu'il est *massif*.

§. 2. *La Texture.*

On la confond souvent avec la structure, et il faut convenir qu'il y a des cas où il est assez difficile d'établir une réelle distinction entre ces deux manières d'être des masses minérales.

La texture est pour nous la considération de la forme non géométrique, de la grosseur et de l'aspect des parties qui composent une masse minérale. Ces parties, plus ou moins discernables, sont naturellement limitées et séparables par des moyens mécaniques; mais on ne peut appeler joints, dans le sens que nous venons d'attacher à ce mot, leur mode de séparation.

Les lames, les feuillets, les fibres, les parties anguleuses que donne la structure, peuvent avoir une texture particulière.

La *texture* est *homogène* lorsque toutes les parties d'un minéral sont de même nature et de même aspect; elle est *hétérogène* lorsque ces parties sont de nature et d'aspect différens.

La *texture* de la marne, du grès, etc., est *homogène*; celle du phyllade, du psammite, etc., est *hétérogène*.

On peut distinguer un grand nombre de textures dans les minéraux; nous nous bornerons aux principales, auxquelles nous donnerons les noms de *texture* :

Grenue. — Grains distincts, arrondis ou à angles émoussés (le grès).

Saccaroïde. — Grains distincts, anguleux, cristallins (la baryte sulfatée, le calcaire dolomie).

Terreuse. — Aspect terne, grains non discernables, faciles à séparer, grossiers ou fins (le calcaire grossier, la craie, l'argile).

Compacte. — Grains indiscernables, fortement aggrégés, aspect terne, opaque, ou tout au plus légèrement translucide (le calcaire compacte, le jaspe).

Vitreuse. — Parties indiscernables, brillantes, fortement aggrégées, sans structure, à surfaces luisantes.

Ce qui établit d'une manière fort claire les différences qu'il y a pour nous entre la structure et la texture, c'est que le même minéral peut présenter des exemples de ces deux manières d'être.

Ainsi le calcaire concrétionné, dit travertin, a une structure stratiforme et une texture compacte; le schiste argileux a une structure fissile et une texture terreuse fine, l'argile plastique a une structure fragmentaire et une texture terreuse, l'obsidienne perlée a une structure fragmentaire et une texture vitreuse.

Enfin la texture a des dépendances dont on a fait quelquefois des propriétés particulières des minéraux. Comme la texture est pour nous le résultat de la finesse, de la forme et du mode d'aggrégation des parties, elle imprime aux minéraux quelques autres qualités différentes de celles que nous venons de parcourir, et nous y rapportons :

La *porosité*, le *happement à la langue*, l'*impression sur le toucher*.

La porosité, telle que nous l'entendons ici, n'est point une conséquence nécessaire de la densité. Des minéraux peuvent être d'une densité très-différente sans que le plus léger soit sensiblement plus poreux que l'autre. Nous entendons par porosité la présence d'une multitude de petites cavités, tantôt visibles, tantôt invisibles, mais rendues sensibles par divers moyens.

Lorsque les cavités sont visibles, le minéral est ou *caverneux*, ou *celluleux*, ou *bulleux*, suivant la grandeur et la forme de ces cavités; lorsqu'elles sont invisibles, et alors elles sont très-nombreuses, elles se manifestent par la propriété que le minéral a d'absorber l'eau avec force au moyen de ses nombreuses cavités capillaires, d'absorber l'humidité qui se trouve sur la langue, d'y adhérer quelquefois très-fortement, ce qui s'appelle *happer à la langue*.

C'est une propriété de quelques argiles sableuses, surtout de celles qui ont éprouvé un certain degré de chaleur, de quelques silex à *texture lâche*, etc. Cette propriété, d'une très-foible importance, ne peut pas même caractériser une série de variétés.

Suivant que les parties qui composent, par leur aggrégation, une masse minérale, sont fines ou grossières, anguleuses, arrondies et déprimées, dures ou tendres, fortement ou foiblement aggrégées, elles exercent sur *le toucher* des sensations très-différentes et qui dérivent principalement, comme on le voit, de la texture. On dit qu'un minéral a :

Le *toucher doux*, lorsque ses parties sont très-fines, tendres et foiblement aggrégées (l'argile plastique).

Le *toucher onctueux*, lorsque ses parties sont généralement déprimées et sous forme de petites paillettes foiblement aggrégées, et qu'elles produisent une sensation sous le doigt

analogue à celle du savon. Les minéraux qui jouissent de cette singulière propriété sont assez nombreux et de classes très-différentes; ce sont les tales, les steatites, le molybdène sulfuré, le graphite, le fer oligiste écailleux, etc.

Le toucher rude appartient aux minéraux pierreux dont les parties sont naturellement dures, fortement aggrégées, et dont la texture est grenue; ce sont les grès, les jaspes, les calcaires, etc.

Le toucher âpre est encore plus rude; les minéraux qui le présentent semblent être composés de parties fines, dures et anguleuses. On a cru qu'il étoit une indication de la formation de ces minéraux par l'action du feu; et en effet, ceux qui agissent ainsi sur le tact sont les laves, les ponces, les argilolites, les tripolis, etc.

§. 3. *La Cassure.*

Ce caractère auquel l'Ecole allemande a attaché une si grande importance, dont elle a défini un si grand nombre de modifications, dérive de la structure, de la texture et de la tenacité. Aussi en présentons-nous l'histoire après celle de ces propriétés.

La face de cassure n'existe pas dans le minéral; elle naît sur la surface de séparation des parties d'une masse divisée par le choc, et résulte entièrement de la manière dont le mouvement imprimé par ce choc s'est propagé dans l'intérieur de la masse, de manière à rompre l'aggrégation des parties dans le plan qu'a pu suivre la plus grande force de ce mouvement, en raison, comme nous venons de le dire, de la structure, de la texture homogène ou hétérogène, de la tenacité, etc., des parties.

Il n'y a pour nous de cassure, ni laminaire, ni lamellaire, ni feuilletée; car ces expressions indiquent une structure et des joints préexistans que la division de la masse a mis à nu, mais qu'elle n'a pas faits.

La cassure fraiche d'une masse minérale est utile pour faire connoître sa structure et sa texture, mais elle ne les produit pas, comme elle produit la cassure conchoide, raboteuse et écailleuse.

Parmi le grand nombre de cassures qu'on a distinguées

nous nous bornerons à choisir les suivantes comme les plus distinctes.

Conique. — Le fragment obtenu est un cône surbaissé, souvent assez régulier. Cette cassure est une des plus instructives, et prouve assez bien la théorie que nous avons ébauchée de ce phénomène. Pour que la cassure conique ait lieu, il faut que le minéral ait la texture compacte et homogène, qu'il soit dur, qu'il se présente en plaques dont les deux surfaces soient à peu près parallèles, et que le coup de marteau soit appliqué sans déviation et perpendiculairement à cette surface. Alors la fissure qui naît de ce choc se propage régulièrement et comme une onde conique dans l'intérieur homogène de la masse. (Le grès luisant est éminemment susceptible de présenter cette cassure.) On peut aussi la faire naître dans des agates, dans des masses de verre ou d'émail tenace, etc.

Conchoïde. — Des zones ondoyantes partent d'un point, et s'étendent en s'enveloppant sur la surface de cassure, de manière à imiter assez bien l'empreinte de l'extérieur d'une valve de coquille bivalve (le silex pyromaque).

Raboteuse. — La surface offre des ondes et des inégalités irrégulières (l'argile, la magnésite).

Ecailleuse. — Lorsqu'il s'élève de la surface de cassure de petits éclats en forme d'écailles, qui adhèrent encore, mais qui ont plus d'opacité que le reste de la masse. Elle est presque uniquement propre aux minéraux translucides: la cire l'offre dans toute sa perfection, aussi l'a-t-on appelée quelquefois cassure cireuse (le silex corné, la calcédoine, le pétrosilex, quelques calcaires compactes fins).

Esquilleuse. — Lorsque les parties qui sont soulevées sans être détachées, sont longues et pointues comme des esquilles de bois. Elle est ordinairement liée avec la structure fissile ou fibreuse (le talc, le fer hématite).

Résineuse. — Lorsqu'elle présente les convexités et concavités lisses brillantes, que montrent les corps résineux (le silex résinite, le rétinite, etc.).

Vitreuse. — Les convexités et concavités de la cassure conchoïde avec le luisant et les stries qu'offrent les masses vitreuses (le quarz hyalin).

La cassure est quelquefois différente suivant qu'on l'exerce

dans une direction ou dans une autre, par rapport à un cristal ou à une masse cristalline; ainsi le béryl a une structure laminaire dans le sens longitudinal, une texture et une cassure vitreuse transversale. Les masses de mésotype zéolite ont une cassure esquilleuse dans le sens longitudinal, et une raboteuse dans le sens transversal, etc.

La cassure est facile ou difficile, suivant la tenacité ou la fragilité de la masse minérale. Cette modification tient donc à ce que nous allons dire sur la solidité et la tenacité des minéraux.

§. 4. *Solidité et Tenacité.*

Cette considération est relative à la force d'aggrégation des molécules ou des parties, et à la manière dont elle s'exerce; force qui se manifeste par la résistance que les masses opposent à la désaggrégation, à la rupture, ou à la séparation par déchirement.

Cette propriété ne peut appartenir à l'individu isolé, puisqu'elle est relative à la manière dont les individus adhèrent entre eux; mais elle doit dériver des qualités essentielles des molécules intégrantes; et si un grand nombre de causes étrangères, telles que l'aggrégation confuse, ou l'aggrégation lente et régulière, qui est la cristallisation, l'interposition de vacuoles, ou l'écartement par la chaleur, ne venoient pas modifier la force d'adhérence, elle devroit être toujours la même dans les masses des mêmes individus.

Comme ces circonstances d'altération sont fréquentes, comme en modifiant considérablement la solidité et la tenacité, elles n'influent en rien sur la nature de l'individu, cette propriété ne peut être placée que parmi celles qui établissent des modifications encore plus que des variétés, et qui offrent des considérations plutôt curieuses que caractéristiques.

La considération relative à la solidité présente quatre modifications principales: 1. la tenacité; 2. la fragilité; 3. la friabilité; 4. la flexibilité.

1. *La tenacité* est la résistance qu'un corps oppose à la force mécanique qui tend à le rompre. Elle a une multitude de degrés depuis la foible résistance qu'opposent certaines pierres

à la cassure, jusqu'à la résistance très-puissante que présentent certains métaux à la rupture par *traction*.

C'est en effet à cette classe de corps, c'est-à-dire aux métaux qu'on nomme *ductiles*, qu'appartient la tenacité proprement dite, mais tous n'en jouissent pas, et quelques minéraux pierreux semblent en donner plus de signes que certains métaux. Ainsi l'argile plastique, même sèche, le talc, la stéatite, la cornéenne montrent plus de tendance à la tenacité que l'arsenic, l'antimoine, etc.

La *tenacité métallique* est caractérisée par la *ductilité* ou propriété que présentent plusieurs corps, et particulièrement les métaux, de s'étendre sous la pression sans se briser ni se déchirer. Quelques minéraux pierreux la présentent également, mais il faut qu'ils soient pénétrés d'eau : telles sont les argiles, les magnésites, etc.; cette ductilité est très-foible, même dans l'état de mélange aqueux que nous admettons; néanmoins elle peut servir de caractère technique pour distinguer les argiles, les marnes, etc., des schistes argileux.

La *tenacité pierreuse* est la résistance qu'oppose à la cassure un corps solide, non ductile; elle est particulière à certaines pierres, et tout-à-fait indépendante de la dureté.

On n'a aucun moyen de la mesurer : c'est un caractère vague, une propriété indéterminée, qui n'est remarquable que dans quelques pierres. Ainsi il y en a :

De *tenaces et tendres;* telles sont l'argile, la magnésite, le graphite, le talc, l'argent muriaté, la cornéenne.

De *tenaces et moyennement dures;* le trappite, le basalte, le cérite.

De *tenaces et dures;* le jade, l'émeril.

2. *La fragilité* est opposée à la tenacité pierreuse; c'est la facilité avec laquelle on peut casser certaines pierres. Elle n'est pas, plus que la tenacité, dépendante nécessairement de la dureté, quoiqu'elle ait avec elle d'assez fréquens rapports.

Ainsi le silex pyromaque est bien plus fragile que certains calcaires compactes, quoique beaucoup plus dur qu'eux; cette propriété lui ôte beaucoup des qualités que sa dureté lui donneroit pour l'entretien des chemins. Il se brise avec la plus grande facilité sous le poids et le choc des voitures.

Nous citerons comme exemples de minéraux fragiles les espèces et variétés suivantes qui sont rangées à peu près dans l'ordre de fragilité, en commençant par la plus grande :

Le nitre qui se brise par la seule chaleur de la main.

Le soufre qui éprouve souvent la même altération, quoiqu'on n'y voie aucune fissure.

Le fer résinite.

L'arsenic.

L'euclase, mais sa facile fracture se fait dans le sens des joints de clivage, par conséquent est due à cette circonstance.

Le fer oligiste spéculaire.

L'antimoine sulfuré.

L'argent rouge, notamment la variété qu'on nomme *aigre* à cause de la facilité avec laquelle elle se brise.

Le silex résinite.

Le silex pyromaque. Il faut déjà ici l'effort d'un choc assez puissant.

Le béryl aigue-marine, mais plus facilement dans le sens perpendiculairement à l'axe des prismes que dans l'autre sens, quoique les joints de clivage les plus sensibles suivent une direction contraire.

Le quarz.

Le calcaire compacte.

Le jaspe, etc.

Les fissures irrégulières qu'on nomme quelquefois *glacures*, et auxquelles certaines espèces sont plus sujettes que d'autres ; et les fissures régulières de clivage sont des circonstances qui rendent ces espèces plus fragiles, c'est-à-dire beaucoup plus aisées à casser.

On a remarqué que la fragilité augmentoit considérablement dans les minéraux sortis du sein de la terre, et qui ont été exposés pendant quelque temps aux météores atmosphériques, tels sont les silex pyromaques, quelques calcaires compactes, etc. : c'est une observation faite par les artisans qui emploient ces pierres. Ils disent qu'elles ont perdu leur eau de carrière, et il n'est pas possible de leur rendre leur solidité, en les plongeant dans l'eau, ou dans la terre humide. On n'a donc pas encore apprécié la cause qui

produit ce changement dans la solidité d'un grand nombre de pierres.

3. *La friabilité* est un état d'aggrégation tellement imparfait dans certaines masses, qu'on peut les diviser en une multitude de grains, les réduire presque en poudre sous la simple pression des doigts, tels sont quelques grès, les macignos mollasses, la craie, la plupart des marnes.

Cette considération, comme caractère des minéraux, ne mérite aucune attention; mais, comme propriété technique, elle n'est point à négliger, en ce qu'elle permet une facile trituration des minéraux qui doivent être employés en poudre; elle devient encore plus importante lorsque cette désaggrégation presque complète s'opère par la seule influence des météores atmosphériques.

On ne peut employer pour amendement des terres que des masses minérales désaggrégéables par cette influence. Non seulement cette désaggrégation est plus complète que celle qui résulte de la trituration, mais on sent que la dépense d'une trituration mécanique ne pourroit pas être supportée dans une grande culture. C'est parce que les marnes, et notamment les marnes d'eau douce jouissent de cette sorte de *friabilité* pour ainsi dire *spontanée*, qu'elles sont considérées et recherchées comme un des meilleurs amendemens.

4. *La flexibilité*. Cette qualité semble incompatible avec l'idée qu'on se fait des pierres et de leur rigidité. Cependant, cette rigidité n'est que relative, et en mettant de côté la flexibilité si remarquable dans certains métaux, non seulement il y a des minéraux pierreux très-flexibles, mais, comme l'a fort bien fait remarquer M. Longmire, il n'y a pas de pierre qui ne le soit en grand. Cette propriété se reconnoit aisément sur les couches de grès, de psammite, de phyllade et d'argile schisteuse des terrains houilliers, lorsqu'on a enlevé les lits de houille qui leur servoient de supports.

Mais c'est de la flexibilité en petit, et de la flexibilité très-sensible considérée comme modification de la solidité, et plutôt comme propriété curieuse que comme propriété caractéristique, qu'il va être ici question.

Nous distinguerons dans les minéraux trois sortes de flexibilité : a. *la flexibilité élastique ;* b. *la flexibilité molle ;* c. *la flexibilité pierreuse.* C'est cette dernière qui devra nous occuper plus particulièrement.

a. *La flexibilité élastique* appartient aux minéraux qui, après avoir été fléchis par une force quelconque, reprennent complètement leur première direction lorsque cette force n'agit plus.

Parmi les pierres, le mica est celle qui manifeste cette propriété au plus haut degré ; une lame de mica peut être courbée à près de 90^{d} sans se briser, et en conservant la faculté de reprendre sa direction droite, dès que la force fléchissante cesse d'agir. C'est une propriété tellement propre à ce minéral, qui lui est tellement constante qu'elle peut être considérée ici presque à l'égal d'une propriété caractéristique de deuxième ordre.

Après le mica vient l'asbeste, et ensuite la mésotype capillaire, et en général presque tous les minéraux pierreux qui peuvent se présenter sous la forme de filamens fins et alongés. Mais cependant beaucoup se laissent briser avant d'avoir éprouvé une flexion sensible.

Parmi les métaux autopsides natifs, on peut regarder comme doués de la flexibilité élastique, mais incomplètement, le fer natif, le cuivre natif.

Et parmi les minéraux composés à la manière des corps organisés, on doit surtout remarquer le singulier bitume qui a été nommé élastique à cause de la manière dont il possède cette propriété.

b. *La flexibilité molle.* Le corps plié conserve entièrement, ou presque complètement, la flexion qu'on lui a fait éprouver.

Le nombre des corps naturels inorganiques, qui présentent cette propriété, est assez considérable. On remarquera parmi les minéraux pierreux :

Le talc.

Le gypse sélénite dont les cristaux en prismes alongés se laissent plier sans se briser entièrement ; mais on voit que c'est une illusion ; les lames dont ils sont composés sont toutes brisées ; comme leurs fractures ne se correspondent pas, elles restent assez bien emboîtées pour qu'on puisse redresser le

cristal, sans que les traces de ces fractures soient très sensibles. On ne connoît guère que le gypse et cette variété de forme qui soient susceptibles de cette flexion.

La brucite ou magnésie hydratée.

L'arsenic sulfuré orpiment.

La marne argileuse.

L'argile ramollie par l'eau.

Parmi les métaux autopsides ;

L'argent sulfuré.

L'argent muriaté.

Le molybdène sulfuré.

L'argent natif.

L'or natif Ces deux derniers sont un peu élastiques.

c. *La flexibilité pierreuse.* — Celle-ci est d'une nature tout-à-fait différente des précédentes, et comme elle n'a lieu que sur des minéraux dont les parties sont pour ainsi dire grossières, on peut assez bien en apprécier la cause, et on est même parvenu à la démontrer par des expériences.

Les minéraux pierreux qui se présentent réduits en plaque dont la longueur est seulement de 20 à 25 fois égale à l'épaisseur, fléchissent par leur propre poids ou par une force qui lui est égale, et comme ils fléchissent ainsi dans tous les sens, c'est bien une sorte de flexibilité élastique.

Mais ces minéraux ont toujours une texture grenue, et si leur texture est cristalline, c'est une cristallisation confuse : ils sont donc en cela bien différens des minéraux à flexibilité élastique que nous avons cités à cet article : enfin leur texture est quelquefois si lâche qu'ils deviennent friables, c'est une disposition générale propre à toutes les pierres flexibles. Parmi celles qui possèdent cette propriété, nous citerons un grès passant au quarzite ou à l'hyalomicte de Villa Ricca, entre Minas-Géraës et Serro de Frio, au Brésil ; il est jaune pâle, composé de parties brillantes qui paroissent être du mica, mais qui ne sont souvent autre chose que des petits grains cristallins aplatis de quarz hyalin. Ce grès a une flexibilité très-sensible, une lame de 30 centimètres de longueur sur 15 millimètres d'épaisseur, peut se courber par son propre poids de 12 millimètres, c'est-à-dire présenter un arc dont la flèche est de 12 millimètres.

Plusieurs calcaires saccaroïdes de divers lieux et notamment le marbre blanc de Carrare de la carrière connue sous le nom de Betullio.

On voit à Rome, au palais Borghèse, des plaques d'un très-beau marbre blanc ayant environ huit décimètres de hauteur sur deux d'épaisseur, qui ont une grande flexibilité.

Un calcaire dolomie à grain très-fin et qui vient de la Chine en petites plaques, et tellement flexible qu'une plaque de 9 centimètres de longueur sur 3 à 4 millimètres d'épaisseur, se courbe de 8 millimètres par son propre poids.

Une plaque de dolomie, du Saint-Gothard, de 24 centimètres de longueur sur 8 à 10 millimètres d'épaisseur, présente une flexibilité d'au moins 7 à 8 millimètres.

Une marne calcaire et siliceuse, à structure feuilletée, mais toujours à texture grenue et terreuse de Tinmouth-Castle, ayant 16 centimètres de longueur sur 2 à 3 millimètres d'épaisseur, se fléchit de 8 millimètres par un léger effort.

Collini, Dietrich, et M. de Fleuriau de Bellevue ont recherché les règles et les causes de la flexibilité des pierres, mais ce dernier seul les a établies par des expériences: aux observations que nous avons rapportées en commençant cet article, et qui sont relatives à la texture, il en a joint d'autres. Il a remarqué qu'il falloit que le grain de ces pierres ne soit ni trop gros ni trop fin, qu'elles ne continssent ni trop d'argile, ni trop d'oxide de fer. Il a reconnu que les pierres grenues, et notamment les marbres saccaroïdes, qui étoient situés vers des crêtes de montagnes, et fréquemment exposés au passage d'une température très-froide pendant la nuit, à une température souvent très-élevée pendant le jour, étoient presque tous flexibles, et que les statues qu'on avoit faites avec ces marbres, ou avec des marbres analogues, perdoient facilement et en peu de temps leurs parties saillantes qui s'inclinoient d'abord et finissoient par se détacher tout à-fait, soit par leur propre poids, soit par le moindre effort.

Le même naturaliste a fait remarquer que dans presque tous les chambranles de cheminées, faits de marbres saccaroïdes, les traverses devenoient flexibles par leur exposition fréquente à la chaleur, et acquéroient une courbure très-sen-

sible. Cette dernière observation l'a mis sur la voie des expériences au moyen desquelles il a rendu flexibles un grand nombre de pierres ayant la texture requise.

Ainsi il a pris des plaques d'une dimension convenable de marbre statuaire, d'albâtre même et de grès blanc; il les a exposées à la chaleur d'un bain de sable pendant un certain temps, et il a remarqué qu'il ne falloit à certains marbres qu'une température d'environ 200^{d}, soutenue pendant cinq à six heures pour devenir flexibles.

En acquérant cette propriété, ces pierres augmentent sensiblement de dimension, et souvent plus dans un sens que dans l'autre. La flexibilité y devient plus sensible et plus sûre par des changemens fréquens de température, et surtout par l'exercice de flexion qu'on leur fait subir; on diroit qu'on établit entre les parties un écartement homogène assez considérable pour les laisser jouer l'une sur l'autre, mais pas assez grand pour les désunir.

Enfin il est quelques pierres dans lesquelles la flexibilité est beaucoup augmentée par la présence de l'eau : telle est la marne de Tinmouth-Castle; tels sont les macignos mollasses des environs de Genève et de Lausanne.

Art. V. *Classification des minéraux.*

Nous venons de passer en revue presque toutes les propriétés générales des minéraux, d'en examiner les modifications, et d'en apprécier l'importance. Nous voici arrivés au moment d'étudier les minéraux en particulier, et pour ainsi dire un à un; mais si nous les prenions ainsi successivement, et comme au hasard, pourrions-nous réellement nous flatter de les connoître bien? La science peut-elle se borner à connoître isolément les propriétés de chaque corps : n'offre-t-elle pas un point de vue plus élevé d'où on puisse apercevoir les rapports qui réunissent, en groupes de divers ordres, les corps qui sont l'objet de ses recherches, et, sans examiner quel peut être le but ou l'utilité de ces rapprochemens, ne suffit-il pas de voir qu'ils sont tellement inhérens à l'esprit investigateur qui caractérise l'intelligence humaine, qu'il n'y a pas de science, c'est-à-dire d'étude faite avec réflexion, qui n'y conduise? Qu'on présente dix corps ou dix attributs,

ou dix idées, à un homme qui veut exercer, en réfléchissant, sa prérogative d'être raisonnable, il cherchera bientôt quels sont ceux de ces corps ou de ces abstractions qui ont entre eux le plus de points de ressemblance; il les groupera, il les classera.

Il ne faut donc pas demander si les classifications sont utiles, s'il est nécessaire d'en établir dans des classes de corps peu nombreux en espèces; il ne faut pas inutilement employer son temps à discuter cette question, et à prouver l'affirmative; il suffit d'examiner ce que tous les hommes ont fait, savans ou autres, quand ils ont étudié une question complexe ou une série de *corps*, et on verra qu'ils ont toujours classé: c'est, nous le répétons, aussi inhérent à la raison humaine que la tendance à l'équilibre l'est à l'instinct des animaux.

Mais si toujours on a cherché à classer, on n'a pas toujours réussi à le bien faire. La faute dans laquelle sont tombés les hommes qui croient que les classifications sont inutiles et hors de la nature, c'est d'en avoir établi comme malgré eux, et, par conséquent, sans en avoir médité les principes, sans avoir examiné les différens buts qu'on peut se proposer: ils ont alors adopté les plus mauvaises, parce que, dans ce genre de considération, comme dans bien d'autres, ce ne sont pas les meilleures qui se présentent les premières. Nous allons en savoir bientôt les motifs, et en avoir la preuve.

§. I. *Principes de classification. — Détermination de l'espèce.*

On se propose, dans toute classification, l'un des deux objets suivans: ou bien de faciliter la recherche du nom d'une substance ou d'un corps que l'on veut connoître; ou bien d'assigner à un corps naturel la place qui semble lui appartenir dans le système des êtres, d'après les points de ressemblance les plus importans, qu'il présente avec les corps au milieu desquels on le place.

Souvent on veut atteindre en même temps ces deux buts, mais c'est une condition peut-être impossible à remplir, et dont la recherche éloigne presque toujours de l'unique but qu'on doive se proposer.

La première classification qui n'a pour objet que la recherche

du nom d'une espèce, s'appelle *méthode artificielle*. En effet, on l'a créée entièrement pour cet objet : elle est susceptible de varier à l'infini ; elle doit être fondée sur des caractères extérieurs, tranchés, apparens, et faciles à décrire, d'une manière précise. Dans cette méthode on ne craint pas de rompre les rapports qui paroissent les plus naturels. Cette classification, peu importante pour l'avancement de la science, mérite à peine le nom de méthode, et ne doit être considérée que comme un moyen presque mécanique, d'arriver plus promptement à reconnoître les espèces déjà connues.

La seconde sorte de classification, celle qui a pour but d'assigner aux espèces leur véritable place dans l'ensemble des êtres, se nomme *méthode naturelle ;* elle ne se compose pas au gré du naturaliste, elle existe dans la nature, il doit l'y chercher. Le but de cette classification, qui est la seule dont nous nous occuperons, étant de rapprocher d'autant plus les êtres les uns des autres, qu'ils se ressemblent davantage, la première condition à remplir, c'est de déterminer quelles sont les qualités qui établissent entre les minéraux les ressemblances les plus importantes : car ces corps peuvent se ressembler par la couleur, et différer par la forme ; ils peuvent se ressembler par la forme, et différer par la composition, et ainsi pour toutes leurs propriétés.

On ne peut développer dans cet article, ni les différences des méthodes artificielles et naturelles trop souvent confondues, ni les principes que l'on doit suivre pour établir les premières et pour chercher les secondes. Ce n'est pas le lieu de prouver que les classifications naturelles existent dans la nature, et qu'il faut les y chercher ; on sait que les adversaires de toute méthode, prétendent au contraire que la nature ne reconnoit pas de classification : mais si la nature ne reconnoit ni les méthodes artificielles, ni les mauvaises méthodes, elle avoue les réunions qui ne contredisent pas les véritables rapports qu'elle a établis entre les êtres : elle reconnoîtra toujours le rapprochement que les naturalistes font dans leurs méthodes entre le chien, le renard et le loup ; entre la chèvre, le mouton et le bœuf. Ces rapprochemens, et tant d'autres semblables que l'on trouve dans les règnes organiques, sont avoués de tout le monde, parce que les ressemblances qui

les exigent sont évidentes. On a fait dernièrement dans la zoologie des rapprochemens aussi naturels; mais les ressemblances qui les réclamoient, tenant à une organisation intérieure qui ne se découvre pas aussi facilement, il a fallu un génie particulier pour les apercevoir et les apprécier. Il existe de même entre les minéraux des points de ressemblance plus importans les uns que les autres: mais ce n'est point à l'extérieur qu'on les trouvera; il faut, pour les reconnoître, suivre certaines règles qui sont entièrement différentes de celles qui conduisent le zoologiste ou le botaniste. Ainsi les caractères de première ligne, n'établissent entre les minéraux les plus voisins aucune analogie extérieure. On ne voit, par exemple, aucune ressemblance entre la craie et le spath calcaire, entre le corindon et l'alumine, entre le diamant et le charbon, quoique ces minéraux, pris deux à deux, soient de la même espèce, ou du moins d'espèces très-voisines.

Pour peu qu'on réfléchisse sur ce qui constitue pour nous l'essence de certains êtres, on verra que le caractère essentiel d'un corps inorganique, du sel marin par exemple, est tiré de sa composition; ce n'est pour ce sel ni sa propriété de se dissoudre dans l'eau, ni celle de cristalliser en cubes qui le constituent ce qu'il est, puisque la plupart de ces propriétés peuvent exister et existent en effet dans des sels qui sont regardés comme différens: la soude et l'acide muriatique, unis dans certaines proportions, constituent essentiellement le sel marin: tous les corps qui seront composés de ces mêmes principes dans les mêmes proportions, seront considérés comme du sel marin, quelles que soient leurs propriétés extérieures.

La ressemblance dans la composition doit donc être regardée comme la plus importante de toutes celles que montrent les minéraux: ces corps se ressembleront d'autant plus, qu'il y aura plus d'analogie dans leur composition, et ils seront les mêmes, quand ils seront exactement composés des mêmes substances: cette ressemblance entraine souvent avec elle un grand nombre de propriétés communes. Les autres sont au contraire comme isolées, et n'en établissent aucune nécessairement: c'est donc un caractère de première valeur, et c'est sur ce principe que doit être fondée une classification naturelle des minéraux, ainsi que leur division en espèces, genres,

ordres et classes. La division en espèces est la plus importante, et celle dont la détermination doit admettre le moins d'arbitraire.

Ce que l'on nomme *espèce* en zoologie et en botanique, passe pour être assez bien déterminé; on appelle ainsi la réunion des individus qui se ressemblent par le plus grand nombre de rapports, et qui ne diffèrent entre eux que par quelques modifications accidentelles; l'importance de ces modifications est très-difficile à apprécier, comme le savent les naturalistes.

Nous pourrons être plus précis en minéralogie, et dire que *l'espèce est la réunion des individus composés des mêmes principes combinés dans les mêmes proportions définies.* Ainsi l'eau, le nitre, le sel marin, la chaux carbonatée, le plomb phosphaté, le mercure sulfuré, le mercure argental, etc., sont des espèces différentes bien déterminées.

L'espèce a été définie autrefois par Dolomieu, à peu près comme nous venons de le faire, sauf la précision que le temps où il écrivoit ne lui permettoit pas d'y apporter. Haüy a adopté cette définition, mais comme condition accessoire; il plaçoit la forme en première ligne.

Malgré l'apparence de précision, de clarté et de simplicité de cette définition, elle est susceptible de quelques difficultés qui tiennent au sens que l'on doit attacher aux mots *combinaisons* et *combinaisons en proportions définies*, et surtout à la manière dont on peut concevoir la réunion de composés binaires, pour former des corps composés de trois, quatre, cinq, six principes, et quelquefois plus.

Ces difficultés tiennent encore à l'incertitude des analyses qui paroissent aujourd'hui les plus exactes et les plus complètes, mais auxquelles on pourra apporter, dans la suite, des changemens qui seront dus à la découverte de principes nouveaux. On ne peut rejeter cette crainte comme vaine, car la réalité en a été prouvée, dans ces derniers temps, par les découvertes mêmes qui ont fait faire à la science ses plus grands progrès.

Enfin on n'arrive à une des conditions de cette définition, à celle qui est relative à la réunion des mêmes principes dans des proportions définies, que par des calculs, ces calculs ne sont pas arbitraires, mais ils partent d'analyses qui peuvent pré-

senter quelques différences, quelques inexactitudes ou quelques omissions légères en apparence, mais qui sont cependant susceptibles d'apporter, dans les résultats de ces calculs, des différences très-notables, et qui peuvent conduire à regarder comme espèces distinctes des minéraux qui ne doivent pas éprouver ce haut degré de séparation. Nous convenons de ces imperfections attachées à la définition purement chimique de l'espèce, mais ce n'est pas pour nous un motif suffisant de l'abandonner, car quelle définition pourrions-nous lui préférer, qui, en partant d'un principe aussi important, aussi essentiel que la composition, ne présentât pas un bien plus grand nombre d'anomalies? Nous les avons indiquées toutes, et nous en avons même soigneusement établi la valeur en traitant des caractères physiques. Ainsi le caractère qui paroît le plus important après la composition, celui qui semble présenter plus de précision qu'elle, la forme cristalline, lors même qu'on n'auroit aucun égard aux faits qui apprennent qu'elle n'est ni spéciale pour chaque espèce, ni unique dans chaque espèce; la forme, dis-je, pour être employée avec la précision dont elle paroît douée plus particulièrement, doit être déterminée par des observations qui sont pour ce principe de classification, ce qu'est l'analyse pour celui de composition. Or, ces observations sont-elles plus aisées à faire qu'une analyse; ne faut-il pas une réunion de circonstances au moins aussi rares à rencontrer; n'ont-elles pas présenté presque autant de résultats incertains et erronés que les analyses, et l'illustre minéralogiste qui a pris la forme pour une des conditions essentielles de l'espèce, n'a-t-il pas lui-même apporté de grands changemens à ses premiers résultats?

Nous ne nous refusons pas cependant à admettre la forme comme caractère auxiliaire pour déterminer l'espèce. Elle viendra avec les autres caractères physiques, tirés de la dureté, de la densité, de l'action sur la lumière, pour confirmer ou contrôler les conséquences qu'on pourra tirer des analyses relativement à la composition essentielle d'une espèce. Elle devra y concourir long-temps comme caractère de seconde valeur, et jusqu'à l'époque où la chimie aura déterminé, avec une certitude presque absolue, les règles de la composition des corps inorganiques.

§. II. *Des différens systèmes de classification des minéraux.*

Ces principes posés, examinons, avant d'aller plus loin, c'est-à-dire d'en faire l'application, non pas toutes les classifications proposées, ce seroit un travail aussi long qu'inutile, mais les différens points de vue sous lesquels on a envisagé l'ensemble des minéraux, et cherchons à classer les classifications elles-mêmes d'après les principes qui ont ou qui paroissent avoir dirigé leurs auteurs, lors même qu'ils n'auroient pas énoncé ces principes explicitement; on sera alors plus en état d'apprécier les motifs qui nous ont engagés à admettre celle que nous avons suivie.

Lorsqu'on parcourt les classifications proposées depuis Bromel et Linnée jusqu'à nos jours, on est étonné de la variété des points de vue sous lesquels on peut envisager les corps inorganiques, et de la divergence des opinions à ce sujet, et on est porté à croire que tout est vague et arbitraire dans ces rapprochemens.

Cependant, en examinant d'une manière générale ces classifications, en écartant toutes celles qui ont été faites sans aucune règle, qui n'ont été admises par aucune école, on voit les principes exacts succéder peu à peu aux considérations arbitraires et superficielles; on est bientôt conduit à réduire à *trois* les principes sur lesquels ont été fondées les classifications qui ont le plus de célébrité parmi les minéralogistes, et à distinguer, dans cette science, trois écoles différentes, et qu'on peut même désigner par les noms particuliers :

D'Ecole empirique,
D'Ecole géométrique,
Et d'Ecole chimique.

Ces écoles ne se sont pas suivies dans l'ordre où je viens de les présenter; elles ont été tantôt dominantes, et tantôt presqu'abandonnées.

La première, la plus ancienne parce qu'elle semble la plus simple et la plus naturelle, est l'école dans laquelle la connoissance et la classification des minéraux sont fondées sur les seuls caractères extérieurs, sur ceux qui tombent sous nos sens, sans l'aide d'aucun instrument.

Cette notion des minéraux, qui a été d'usage de tous temps, dès le commencement de la science, et pour ainsi dire sans qu'on le voulût, n'a été érigée en école ou en préceptes réguliers, que dans ces derniers temps. Le célèbre minéralogiste qui en a posé les principes, en définissant avec une précision inaccoutumée tous les caractères extérieurs des minéraux, lui a donné une grande prépondérance, non seulement par ce moyen, mais surtout par l'usage remarquable qu'il a su en faire, et par l'art avec lequel il a communiqué ses connoissances à ses nombreux élèves.

Nous l'appelons *empirique*, parce qu'elle n'est fondée sur aucun *principe fixe*, susceptible d'être défini exactement, et d'être transmis par ce moyen. C'est dans le talent, ou plutôt dans le tact de celui qui en fait usage, que consistent les divisions et les rapprochemens plus ou moins heureux qu'elle établit parmi les minéraux. L'illustre Werner est le fondateur de cette école, non pas pour l'avoir créée, elle existoit, comme nous l'avons dit, dès l'origine de la science, mais pour l'avoir rendue aussi précise qu'elle est susceptible de l'être.

La méthode *empirique pure* est abandonnée maintenant, car les déterminations d'espèces ne sont plus soumises à l'arbitraire dès qu'on a égard aux principes constituans, aux propriétés physiques, et même à la forme dominante des espèces minérales.

Il seroit trop long de rapporter tout ce que cette méthode a perdu par la mort de son illustre propagateur, et combien peu elle a gagné en puisant, dans les propriétés physiques et chimiques, des caractères plus profonds, il est vrai, mais peu utiles quand on n'a pas égard à leur valeur respective.

La considération d'un caractère encore extérieur, de celui qui est tiré de la forme des minéraux, mais de leur forme régulière et constante, par conséquent de ce caractère pris sous les rapports les plus précis et les plus généraux qu'il puisse présenter, a élevé la méthode ou l'*école* que nous nommons *géométrique*. Linnæus en a eu l'idée, en a entrevu les principes, mais il les a faussement appliqués; Bergman, ou plutôt son élève Gahn l'ont également aperçue, mais ils ne l'ont pas suivie. Romé-de-Lisle, au contraire, en a pris un des résultats, mais il n'est point remonté au principe. Il en est donc de cette

découverte comme de toutes celles qui ont fait prendre aux sciences un autre aspect et une nouvelle direction : on les a entrevues plusieurs fois avant de juger où elles devoient conduire ; mais l'homme de génie qui, en s'attachant à ces aperçus, en les poursuivant avec persévérance, en les étudiant sous tous les rapports, sait en découvrir et en appliquer toutes les conséquences, doit être regardé comme le véritable auteur d'une découverte qui, entre ses habiles mains, a fait changer entièrement de face à la science.

C'est sous ce rapport que M. Haüy est le vrai fondateur de l'école géométrique en minéralogie : il en a posé les véritables bases, il en a déduit toutes les conséquences, il les a appliquées à une distinction des espèces minérales, remarquable par une sûreté et une précision qu'on ne trouve nulle part d'une manière aussi complète que dans la minéralogie.

C'est cette école qui a fait sortir la minéralogie de la série des connoissances empiriques pour la placer au rang des sciences : c'est elle qui a remplacé des notions imparfaites, superficielles, et pour ainsi dire isolées, par un corps de doctrine générale, fondée sur la propriété la plus essentielle des corps inorganiques.

La découverte due à M. Haüy a présenté les caractères et a éprouvé le sort de toutes celles qui ont ouvert au génie une nouvelle et vaste carrière. Tous les minéralogistes physiciens s'y sont précipités comme pour avoir part à l'honneur de la faire mieux connoître. Beaucoup ont pensé qu'en s'écartant de la route tracée par l'inventeur, ils découvriroient non seulement des choses que celui-ci n'avoit pas vues, mais qu'ils en simplifieroient ou changeroient même la direction. En effet on a pu étudier plus complètement ce nouveau champ d'observations, on a pu y tracer quelques routes plus directes ou plus sûres : tel a été du moins le but des cristallographes dont les travaux de M. Haüy ont excité le zèle et les recherches. Presque tous semblent avoir envisagé les cristaux sous des rapports différens de ceux que M. Haüy y a observés. Les uns, MM. Weiss, Wollaston, Daniell, en considérant toutes ces molécules intégrantes comme sphériques, les ont réunies pour en former les polyèdres fondamentaux de la minéralogie : les autres ont préféré rapporter les faces des cris-

taux à des axes, plutôt qu'à un noyau : d'autres ont cherché à expliquer les formes secondaires, en prolongeant les axes, et en faisant mouvoir les faces sur ces axes comme des plans ; d'autres enfin, rendant la théorie encore plus mathématique, l'ont présentée d'une manière indépendante de toute forme matérielle et de tout arrangement hypothétique.

Mais à quel but sont arrivées ces diverses routes, quand d'ailleurs elles ont été tracées par d'habiles géomètres? à celui qui fait la base de la découverte de M. Haüy, à ce principe qui consiste à reconnoître pour chaque espèce un système propre de cristallisation, c'est-à-dire à rapporter à une forme simple et fondamentale, par des règles également simples et précises, toutes les modifications de forme d'une même espèce minérale.

C'est généralement à ce résultat important et essentiel que conduisent les recherches, les travaux et les découvertes particulières de MM. de Bournon, Weiss, Brewster, Wollaston, Neuman, Phillips, Beudant, Brochant, Mohs, Breithaupt, et de tous les savans cristallographes de nos jours, qui semblent s'être plus ou moins écartés de la première direction donnée par M. Haüy. Mais on ne peut lui refuser l'honneur de leur avoir ouvert la carrière qu'ils ont parcourue avec tant d'éclat pour arriver, par des voies différentes, au but qu'il avoit atteint le premier.

M. Haüy, en créant la minéralogie géométrique, a muni son édifice de tout ce qui devoit le rendre solide, complet et même élégant ; il a senti que dans quelques cas la forme cristalline qui en est la base pouvoit ne pas suffire ; il l'a appuyée de caractères qui l'égalent presque par leur force et leur fixité : il a donné à ces caractères, tirés des propriétés physiques les plus importantes, telles que la pesanteur, la réfraction, l'électricité, le magnétisme, une étendue et une précision presque inconnues avant lui ; il a créé jusqu'aux instrumens propres à les faire ressortir, et même à les rendre très-sensibles, pour peu qu'ils existent dans les corps où on les cherche ; si depuis quelque temps on a proposé des moyens encore plus exacts et des méthodes encore plus précises, n'oublions pas que les hommes de génie auxquels nous les devons sont partis du point où M. Haüy les avoit amenés, quand on arrive près

du but sans fatigue, il est facile de devancer celui qui vous y a porté, il est même nécessaire de le faire pour avoir une part de gloire qui vous soit propre.

Nous rapportons à la troisième école, à celle à laquelle nous avons donné le nom d'école chimique, non pas tous les minéralogistes qui ont eu égard à la composition des minéraux, car il en est bien peu qui n'aient senti que les principes constituans d'un corps inorganique étoient ce qui en faisoit l'essence ; mais ceux qui ont attribué à cette considération le plus haut degré d'importance, le pas sur toutes les autres.

Je crois qu'on n'auroit jamais hésité à lui accorder cette prépondérance, si, dans l'application de ce principe, il ne s'étoit présenté deux difficultés considérables : la première, c'est de bien connoître la composition des minéraux, et cette condition semble si essentiellement liée à la méthode chimique, qu'on peut être étonné de me la voir réduire au simple rang de difficulté. Mais un des signes du progrès des connoissances est de douter : or, les différences nombreuses et remarquables, que présentent les analyses successives d'un même minéral nous ont appris combien il étoit difficile d'être certain d'avoir acquis la connoissance exacte de tous ses principes composans.

Mais, en admettant qu'aucun de ces principes n'ait échappé à la recherche des habiles chimistes de nos jours, il se présente une autre question et une autre difficulté : quels seront dans ces principes ceux qu'on regardera comme essentiels au minéral ; et parmi ceux-ci, quand on les aura reconnus, quel sera celui qu'on considérera comme le plus important, et comme devant fixer la place du minéral dans la série des espèces ?

Je ne fais qu'aborder ces difficultés : j'y reviendrai en exposant les principes et les divisions de la méthode que je suivrai.

Tant que ces difficultés n'ont pas été discutées, tant qu'on n'a pas pu dire qu'on les avoit surmontées, ou du moins considérablement affoiblies, il n'y a pas eu d'école chimique proprement dite ; des minéralogistes ont pu avoir plus ou moins d'égard à la composition, fonder même leur classifi-

cation sur cette considération ; mais ils ne lui ont jamais donné l'importance, la valeur, la prépondérance enfin qu'on lui a attribuée dans ces derniers temps.

Ainsi Cronstedt le premier, Vallérius ensuite, Karsten, Romé-de-Lisle, Werner lui-même, ont bien eu la prétention de subordonner leur classification à la considération de la composition ; mais aucun d'eux n'a établi la distinction des espèces sur ce principe. M. Haüy l'a admise, mais comme secondaire : Dolomieu l'a placée au premier rang. Nous avons cherché à lui reconnoître la même valeur ; mais nos principes étoient vacillans, nous les fondions sur la composition bien connue, et nous n'avions aucun moyen de reconnoître si les analyses donnoient réellement cette composition, ni de déterminer quelle importance avoit chacun des composans. C'est à M. Berzélius qu'on doit ces moyens, c'est lui qui est le fondateur de la véritable école chimique.

Jusques là les spécifications fondées sur les caractères géométriques avoient été assez bien d'accord avec celles qui résultoient de l'analyse chimique, les dissidences étoient rares ; mais si on doit admettre les conséquences que les chimistes les plus profonds tirent de leurs analyses, ces dissidences deviennent plus nombreuses ; elles n'ont eu lieu d'abord, il est vrai, que pour séparer en plusieurs espèces des minéraux qui ont une forme commune, tels que le grenat, la tourmaline, le mica, etc. Elles semblent maintenant aller plus loin en attribuant la même forme, et ce sont des formes très-particulières, à des minéraux dans lesquels on peut remplacer, comme à volonté, un des composans, celui qu'on appelle la base, par un autre.

M. Haüy avoit dit : Tout mineral qui a une forme propre, différente du cube ou de l'octaèdre régulier, est une espèce distincte, et sa composition doit confirmer cette distinction.

Les chimistes disent : Tout minéral composé de principes soit différens, soit unis dans des proportions différentes et definies, est une espèce distincte, quelle que soit sa forme.

Nous sommes disposés à dire comme eux, mais nous y mettons une restriction : il faut que la composition de ce minéral soit parfaitement déterminée, parfaitement constante, admise par tous les chimistes, comme l'est celle du sel marin, de la

chaux carbonatée limpide, du mercure sulfuré cristallisé, du plomb sulfaté, etc., etc. Il nous faut cette condition pour que la considération de la composition l'emporte sur celle de la forme, lorsque d'ailleurs ces propriétés essentielles des minéraux ne sont pas d'accord pour distinguer une espèce.

Or, jusqu'à présent cette dissidence dans les résultats proclamés par ces deux principes, n'a porté que sur des espèces dans lesquelles la composition chimique ne peut être regardée comme parfaitement déterminée; l'Ecole chimique n'a donc pu encore nous sommer de tenir l'engagement que nous avons pris de lui donner la préférence sur l'Ecole géométrique, quand son langage seroit aussi clair que celui de la seconde est précis. Nous n'aurons donc aucun changement notable à apporter dans les spécifications minéralogiques établies par l'illustre fondateur de la minéralogie scientifique.

Mais si le principe cristallographique le dispute avec assez de succès aux principes chimiques pour la détermination des espèces, il lui cède tout l'avantage lorsqu'il s'agit de grouper les espèces en genres et en ordres : personne ne le lui conteste; on varie seulement sur celui des principes que l'on regarde comme prépondérant, et par conséquent comme propre à établir les divisions fondamentales. Quelques minéralogistes n'en admettent aucun exclusivement; d'autres, en très-petit nombre, et très-récemment, proposent les acides, d'autres enfin choisissent les bases : c'est ce qu'a fait M. Berzélius; c'est aussi ce qu'ont fait, et depuis long-temps, M. Haüy, et tous les minéralogistes qui ont pris en considération la composition des minéraux, ainsi qu'on le verra plus bas.

§. III. *Classification adoptée. — Détermination des genres*, etc.

L'espèce, ce premier degré ou point de départ de toute classification, étant définie avec une précision assez remarquable, et qu'on peut regarder comme une prérogative du règne inorganique, il faut essayer de réunir les espèces minérales en groupes, auxquels on donne les noms de genre, d'ordre et de classe, et quoique ces abstractions, d'un ordre plus élevé, soient cependant moins importantes que celle qui établit l'espèce, il faut s'efforcer de les fonder sur des propriétés à

peu près du même ordre que celles qu'on a prises pour établir l'espèce, c'est-à-dire sur des analogies chimiques.

Dans l'espèce, l'analogie chimique des minéraux qui la composent doit être complète, quelles que soient les différences extérieures, et même les différences physiques que présentent ces minéraux. Les principes essentiels sont les mêmes réunis dans les mêmes proportions.

Le premier degré d'association ou de groupement des espèces, le plus important, et presque le seul encore importans après elle, c'est le *genre*.

On convient maintenant, assez généralement, qu'on doit réunir sous le nom de *genre* les espèces dans lesquelles un des composans ou principe essentiel est le même. Ce point d'analogie étant admis, il s'agit de savoir lequel des principes composans on choisira de préférence pour principe commun.

Depuis que le galvanisme et la pile voltaïque ont fait découvrir que tous les corps de la nature pouvoient être partagés en deux classes, dans leur rapport avec le fluide électrique, on a reconnu également que tous les composés étoient susceptibles de se diviser en deux parties, dont l'une se rangeoit dans la classe des élémens *négatifs*, et jouoit, dans ces composés, le rôle d'acide, et l'autre dans celle des élemens *positifs*, et étoit reconnu et désigné sous le nom de *base*.

Ainsi, le principe que l'on appeloit base dans un composé, qui étoit plutôt senti que défini, qu'on ne pouvoit par conséquent nettement déterminer, peut être caractérisé maintenant d'une manière claire et précise, au moyen des décompositions électro-chimiques. La base dans un composé est, comme on le sait, l'élément positif de ce composé, celui qui paroit au pôle négatif de la pile, et les oxides de cet élément. Presque toutes les substances désignées anciennement comme bases, mais, comme nous venons de le dire, plutôt empiriquement que scientifiquement, se trouvent être en effet de véritables bases dans l'acception rigoureuse de ce mot, tels sont la chaux, les alkalis, la plupart des métaux, etc. L'autre élément, ou l'élément négatif, celui qui paroit au pôle positif de la pile, est alors désigné, et d'une manière aussi précise, par le nom d'acide, ou du moins comme corps qui joue dans le composé le rôle d'un acide.

Ces élémens étant assez nettement définis par ce moyen qui a bien aussi quelques anomalies, qui présente bien aussi quelques circonstances embarrassantes, il ne s'agit plus que de savoir lequel de ces deux élémens on prendra pour principe commun de réunion des espèces en genres : on doit choisir celui qui, outre cette analogie fondamentale, laisse subsister entre les espèces qui composent les genres, les ressemblances les plus nombreuses ou les plus importantes.

Il y a des motifs puissans pour l'un et pour l'autre principe. *L'élément négatif* ou *l'acide*, établit entre les espèces groupées d'après lui des analogies chimiques assez nombreuses. Ainsi tous les carbonates se décomposent avec effervescence, même à froid ; les sulfates sont décomposables par le charbon : tous les phosphates, par la double action du charbon et de l'acide sulfurique ; tous les fluates donnent, par l'acide sulfurique, un gaz corrodant le verre, et les muriates, un gaz acide d'une odeur particulière. Tous les sulfures, les arseniures et les arseniates, etc., peuvent manifester des propriétés communes *essentielles*, et assez faciles à développer : deux circonstances qu'il est assez rare de trouver réunies. Une autre particularité du plus grand poids pour les minéralogistes, c'est l'analogie de forme qu'on peut remarquer entre les composés qui ont le même acide, analogie qui vient d'être développée avec autant d'exactitude que de profondeur dans ces derniers temps, par M. Mitscherlich, analogie qui feroit marcher presque de front les genres établis sur les acides, et les genres établis par les formes.

Ainsi, en reprenant les mêmes exemples que nous venons de citer, les carbonates de chaux, de baryte, de strontiane, de magnésie, de fer, de plomb, dérivent de deux formes, ou d'un rhomboïde, différent dans chaque espèce ou d'un octaèdre rectangulaire ; les sulfates de chaux, de baryte, de strontiane, de magnésie, de cuivre, de fer, dérivent d'un prisme obliquangle droit ou oblique.

Une recherche plus profonde, dans laquelle nous ne pourrions entrer sans sortir entièrement de notre sujet, fera probablement ressortir beaucoup d'autres analogies. Nous savons que M. Beudant a établi une classification sur ce principe, et

nous devons attendre la publication de ce travail pour en apprécier complètement la valeur.

Néanmoins nous devons indiquer les anomalies, et les difficultés au moins apparentes que son application a présentées, et qui nous ont empêchés jusqu'à présent de l'adopter. Si, d'une part, on parvient à rapprocher, par la considération des acides, un certain nombre de minéraux qui ont des propriétés, et même des propriétés importantes communes, on en rapproche aussi un nombre non moins grand qui n'ont, ou du moins, qui ne présentent encore entre eux aucune analogie remarquable. Dans l'énumération que nous venons de donner comme exemple, nous avons déjà rassemblé presque tous les corps qui offrent des rapports remarquables; parmi ceux qui restent, et ils sont en bien plus grand nombre que ceux que nous avons cités, on trouve peu de groupes composés de plus de deux ou trois espèces.

Ainsi, on trouve des formes, non seulement semblables, mais absolument identiques dans des minéraux de nature complètement différente. Tels sont le cube, qui appartient également à deux ou trois sulfures, au sel marin, au borate de magnésie, à l'arséniate de fer, etc.: l'octaèdre régulier que présentent le diamant, le fluate de chaux, le spinelle, la plupart des métaux, les oxidules de cuivre et de fer, etc.

Le rhomboïde est commun, il est vrai, à presque tous les carbonates, mais on le trouve aussi dans le quarz ou le silicium oxidé, la tourmaline, la chabasie, le corindon ou l'aluminium oxidé, le fer oxidé, etc. D'une autre part, il n'y a aucune analogie, ni de forme, ni de propriété entre les silicates, les sulfures, les muriates, etc.; il n'y en a aucune entre les oxides métalliques, quoiqu'il y en ait une si grande entre les métaux. Ces exemples suffisent pour faire voir que malgré les rapprochemens séduisans qu'offre au premier aspect la classification par les acides, elle est susceptible de nombreuses anomalies, tantôt en séparant des corps qui se ressemblent chimiquement et physiquement, telles que les combinaisons à base de cuivre, de baryte, de plomb, tantôt en réunissant des corps qui n'ont aucun rapport ni de forme, ni de dureté, ni de pesanteur, ni de couleur, ni de transparence, tels que les sulfures, les oxides, les silicates, les borates, etc.

Nous ne dissimulerons pas que la seconde méthode de classe-

ment, celle qui prend pour principe commun la base ou l'élément positif, ne soit aussi sujette à de grandes divergences, et ne force à des réunions presque artificielles, c'est-à-dire dans lesquelles il n'y a quelquefois de commun qu'une petite quantité d'une substance qui paroît plutôt accessoire à la combinaison que fondamentale, tandis que toutes les propriétés tant physiques que chimiques et cristallographiques sont différentes. Mais comme ces anomalies ne paroissent ni plus nombreuses, ni d'une plus grande valeur que dans la classification par les acides, il nous a semblé que les motifs en faveur de cette dernière classification, n'étant pas encore assez puissans pour nous faire abandonner le principe le plus suivi, le principe d'après lequel la nomenclature minéralogique est en partie établie, le principe enfin qui permet de laisser dans le même genre les minérais du même métal, par conséquent de ne pas rompre un des rapports les plus apparens, souvent des mieux fondés et des plus naturels du règne minéral; il nous a semblé, dis-je, que nous devions donner ou plutôt conserver la préférence à ce principe de classification déjà proposé et mis en pratique par M. Berzélius. L'autorité des deux savans de ce siècle qui sous deux points de vue différens, la chimie et la cristallographie, et par conséquent dans des directions aussi très-différentes, ont fait faire à la minéralogie scientifique des progrès immenses, nous a paru ajouter un grand poids aux motifs de cette préférence, et quoiqu'une pareille raison ne puisse pas être mise en avant, si on avoit des objections très-puissantes et tirées de la nature des choses à lui opposer, nous ne pouvons cependant nous défendre d'appuyer notre choix de l'autorité de MM. Berzélius et Haüy qui ont admis les bases comme principe de classification.

Nous pourrions même dire que ce système de classification est un des premiers systèmes réellement scientifiques, qui ait été proposé, et que celui qu'on admet actuellement ne fait pour ainsi dire que le perfectionner, en l'établissant sur des règles plus précises et plus générales que celles qu'on avoit voulu suivre autrefois. Les minéralogistes qui ont fait faire de véritables progrès à la science, qui l'ont envisagée d'une autre manière que les collecteurs et que les artisans, ont tous proposé un système chimique fondé sur les bases, plus ou moins

parfait. Il suffit de jeter les yeux sur les méthodes minéralogiques de Cronstedt, de Wallérius, de Romé-de-Lisle, de Bergman, de Deborn, de Karsten, de Werner lui-même, pour s'en convaincre, et pour voir qu'ils ont voulu classer les minéraux chimiquement, qu'ils ont voulu prendre les *bases* pour principes de leur classification, que quand ces bases étoient faciles à déterminer, évidentes pour ainsi dire comme dans les métaux, ils s'en sont peu écartés, et que les grandes divergences ont eu lieu dans la classe des pierres, où les bases sont difficiles à déterminer, même encore actuellement.

D'aprés la définition que nous avons donnée avec M. Berzélius, de ce que l'on doit entendre par *base* dans un composé, définition que nous avouons être quelquefois artificielle, c'est-à-dire plutôt fondée sur une sorte de convention que sur la véritable identité de nature des corps qui portent ce nom, il est des élémens qui jouent tantôt le rôle de *base*, tantôt celui d'*acide*, suivant qu'ils sont combinés avec des élémens plus ou moins électro-positifs qu'eux; ainsi l'alumine combinée avec la silice est base, combinée avec la magnésie ou avec la chaux, elle joue le rôle d'acide. Ces cas sont assez rares; ceux dans lesquels deux et même trois bases sont combinées avec un seul acide, paroissent plus communs, et obligent à une spécification tout-à-fait artificielle, c'est-à-dire à placer à côté les uns des autres des minéraux composés de trois ou quatre principes qui n'ont entre eux de commun que de renfermer une petite quantité d'un principe dont la puissance, comme base ou électro-positive, est supérieure à celle des autres composans; ainsi le felspath et la mésotype ne sont séparés du genre Alumineux, et placés dans les genres Potasse et Soude, que parce que l'un contient environ 15 pour 100 de potasse, et l'autre environ 15 pour 100 de soude; l'apophyllite et le felspath n'ont de commun entre eux que la petite quantité de potasse (14 à 15 pour 100), que chacun d'eux renferme. Sans ce point de ressemblance, l'un seroit placé parmi les minéraux à base de chaux, et l'autre parmi les minéraux à base d'alumine. C'est probablement dans cette partie du système qu'il y aura des perfectionnemens notables à apporter. Jusqu'à présent on place le corps qui est ainsi composé dans le genre auquel il

semble appartenir par celle de ses bases, qui est le plus électro-positive.

Nous ne croyons pas nécessaire de développer davantage, ni d'appuyer d'exemples plus nombreux ces premiers principes de la formation des genres dans la méthode que nous avons adoptée. On trouvera ces développemens dans l'ouvrage que M. Berzélius a publié en françois lors de son séjour à Paris en 1819, sous le titre de *Nouveau Système de Minéralogie*, et le tableau des espèces et des genres que nous allons présenter, fournira tous les exemples nécessaires à l'application de ces principes.

Les genres étant établis sur ces bases, il faut, pour les grouper en ordres et en classes, classer ces bases, afin de rapprocher les genres dont les bases ont des propriétés communes. Il nous a semblé qu'on ne pouvoit hésiter qu'entre deux méthodes de classification des bases proposées, l'une par M. Ampère, et l'autre par M. Berzélius.

La méthode de classification de M. Ampère est fondée sur les analogies chimiques que ce physicien regarde comme les plus importantes (1). Elle établit entre les corps qui en sont l'objet, des rapports souvent très-naturels, mais dont l'importance est sujette à discussion. Cette méthode n'est pas encore assez généralement admise, parce qu'il règne dans ce mode de classification beaucoup d'incertitude, par conséquent un peu d'arbitraire, et par conséquent aussi de nombreux motifs pour être modifié par chacun des chimistes qui voudra en faire usage, et à plus forte raison par les minéralogistes qui voudront s'en servir. Les divisions sont généralement fondées sur la réunion de plusieurs propriétés, ce qui est un des signes de la méthode naturelle, et non pas sur un seul caractère, prérogative des méthodes artificielles.

Les ordres réunissent des genres ou bases qui montrent en effet entre elles des propriétés nombreuses très-remar-

---

(1) Voyez le tableau présentant les caractères des classes et des ordres des corps simples, d'après la méthode de M. Ampère, au mot Corps, tom. X, p. 332, et le développement des principes qui l'ont dirigé, Ann. de Chim. et de Physique, tom. I, pag. 1 et 373, et tom. II, pag. 295 et 105.

quables, et souvent importantes ; mais les expressions qui caractérisent ces réunions, et surtout celle des ordres en classes, ne nous paroissent pas toujours présenter des propriétés réellement fondamentales, c'est-à-dire de ces propriétés qui semblent inséparables de l'essence du corps auquel elles s'appliquent, sans lesquelles on ne pourroit admettre son existence, ou plutôt son individualité : tel est pour les gazolites le caractère tiré de la permanence des gaz qu'ils forment entre eux, pour les autres classes le degré plus ou moins grand de fusibilité, qui n'est réellement qu'une propriété relative ; telle est dans la série des ordres la séparation des argyrides et des chrysides, etc., par des corps qui nous semblent avoir avec eux des analogies bien moins importantes que celles qui devoient faire rapprocher ces deux ordres, et si la considération de faire des gaz permanens avec le contact de l'air, a suffi pour faire réunir dans une même classe les corps qui les possèdent : comment celle de présenter un éclat métallique, une solidité, une densité, et surtout une inaltérabilité par l'air, par l'eau, par beaucoup d'acides, etc., que possèdent également les argyrides et les chrysides, n'a-t-elle pu avoir assez de poids pour faire rapprocher ces corps, et pour empêcher de les tenir éloignés par les ordres des téphralides, des calcides, etc., dont les métaux, appréciés comme altérables par tous les corps oxygénés, etc., offrent des propriétés essentielles si différentes de celles des argyrides, auprès desquels ils sont placés? Cela ne tient-il pas à la définition artificielle, et par conséquent peu fondamentale des leucolytes et des chroïcolytes?

C'est pour motiver et presque excuser la préférence que nous donnons à une classification déduite de principes qui paroissent beaucoup plus artificiels, que nous nous sommes permis les observations précédentes. Nous l'avons fait avec d'autant plus de confiance que les principes sur lesquels nous avons fondé ces observations, sont parfaitement d'accord avec ceux que M. Orsted a mis en avant pour établir la classification chimique des corps simples et composés, qu'il a proposés il y a une vingtaine d'années.

M. Berzélius a suivi dans la classification des bases le même principe que dans celle des espèces. Il les a rangées d'après

leurs propriétés électro-chimiques : il n'y a pas d'arbitraire dans cette classification ; mais elle est fondée sur un principe unique, et par cela même elle peut forcer à rompre des rapports naturels. Cependant ce cas s'est présenté plus rarement qu'on n'auroit pu s'y attendre, ce qui prouve que ce principe unique est d'une grande importance ; nous avons cru pouvoir en rendre l'application encore plus naturelle en apportant, tant dans la définition des caractères que dans le placement des genres, quelques modifications.

Ainsi, cédant pour ainsi dire à une habitude qui n'a pas été prise sur de vaines apparences, nous n'avons pas voulu couper en deux la série des anciennes substances terreuses par l'introduction de la classe des anciens métaux au milieu d'elles, et, empruntant aux illustres savans que nous venons de nommer, ce qui nous a paru dans leur méthode de plus convenable à notre manière de voir, nous avons pris pour caractères des classes les analogies chimiques à la manière de M. Ampère, et pour caractères des ordres dans la troisième classe les propriétés électro-chimiques, comme l'a fait M. Berzélius. Quant aux ordres des deux premières classes, nous n'y attachons aucune importance, et nous devons même dire que ceux de la seconde classe paroissent fondés sur des propriétés relatives qui pourroient bien être artificielles.

La définition que nous avons donnée des classes, telles que nous les proposons, fait assez bien ressortir l'analogie des corps qui y sont renfermés, les différences des classes qu'ils composent, elle indique suffisamment les motifs des changemens que nous nous sommes permis, et des rapprochemens qui en sont résultés.

Le tableau des principales espèces qui suivra ce premier chapitre, présentera l'application de ces principes en même temps qu'il exposera les propriétés que nous considérons comme caractérisant essentiellement chaque espèce et l'ordre dans lequel nous avons cru devoir ranger ces espèces. Il fera connoître aussi le système de nomenclature linnéenne, c'est-à-dire de *noms univoques* que nous avons cru devoir choisir pour désigner d'une manière fixe chaque espèce, et les noms significatifs dont nous les faisons suivre plutôt comme phrases caractéristiques que comme véritables noms.

Ce tableau présente dans l'ordre scientifique qui nous a semblé le plus convenable, les espèces disséminées par l'ordre alphabétique, et donne les moyens de les rapprocher, d'en étudier, si on le désire, les propriétés et l'histoire méthodiquement, et de rappeler celles qui ont été omises, soit par oubli, soit parce qu'elles n'étoient encore ni connues ni établies au moment où l'ordre alphabétique les appeloit.

§. 3. *De la Nomenclature.*

J'ai peu de chose à ajouter à ce que j'ai dit en 1808 sur les principes à suivre dans la nomenclature des corps qui composent le règne minéral. Les principes que j'ai posés alors, loin d'avoir été infirmés par l'expérience ou l'usage, ont au contraire été renforcés par le temps, et les inconvéniens d'une nomenclature significative, c'est-à-dire de noms qui aient la prétention d'exprimer la nature des corps, sont devenus tellement sensibles depuis que cette nature est mieux connue, que beaucoup de minéralogistes se sont décidés à y renoncer.

Ces noms, comme je le pressentois dès-lors, sont devenus des définitions, ce ne sont plus des noms, mais des phrases caractéristiques à la manière de celles dont se servoient les anciens naturalistes, et notamment les botanistes, pour désigner les différentes espèces des genres. Cette méthode a été remplacée avec un avantage et un succès non contestés par la nomenclature binôme de Linnæus: vouloir donner aux minéraux des noms significatifs, ce seroit vouloir abandonner cette simple et commode nomenclature, pour revenir aux phrases des anciens naturalistes.

Les phrases en minéralogie ont cependant un avantage, c'est celui d'exprimer brièvement et clairement ce que l'on regarde comme la composition essentielle de l'espèce; mais, pour qu'elles aient réellement cet avantage, il faut, en abandonnant la prétention de les employer comme *des noms*, pouvoir leur donner comme phrase caractéristique toute l'étendue nécessaire; or en adoptant les principes que je vais exposer, on aura alors atteint ce que je regarde comme la perfection dans l'art de désigner les corps, c'est-à-dire de les faire con-

noître sans équivoques et d'une manière commode pour la mémoire et le discours.

1.° Les genres en minéralogie, et en général dans le classement des corps dans lesquels la considération de la composition l'emporte de beaucoup sur les autres, sont presque toujours artificiels et arbitraires. Ils ont peu d'importance, et par conséquent ce n'est point à ces abstractions de peu d'usage qu'il faut appliquer le nom essentiel et univoque; c'est l'espèce qui est en minéralogie l'abstraction dominante et usuelle; c'est donc à elle qu'il faut appliquer le nom univoque et d'usage; celui qui, associé à des épithètes, doit désigner les diverses modifications de cette abstraction.

Mais c'est précisément parce qu'il est susceptible d'être joint avec les expressions de ces modifications extrêmement variées et de valeur très-différente, qu'il doit être le plus simple possible, c'est-à-dire univoque.

Si on adopte cette première règle, et la pratique fait promptement connoître qu'il n'est guère possible de ne point l'admettre: on verra bientôt également, en jetant les yeux sur une série d'espèces minérales, qu'il n'est pas possible de trouver des noms univoques qui expriment *clairement*, *convenablement*, *exactement* et *complètement* en quoi une espèce diffère d'une autre.

Sera-ce uniquement par la forme? mais quel nom désignera avec les qualités précédentes toutes les sortes de rhomboïdes, de prismes, d'octaèdres, etc., qui se présentent dans la série des espèces?

Sera-ce uniquement par la composition? Je demanderai également quel nom pourra exprimer *convenablement*, *exactement* et *complètement* les différences quantitatives ou de saturation qui distinguent tous ces minérais composés de chaux, d'alumine, de silice et de fer.

En supposant qu'on trouve des noms univoques capables d'exprimer, avec les conditions requises, de semblables qualités, les minéralogistes, suivant l'importance qu'ils attribueront à ces qualités et à leurs variations, admettront ou rejetteront ces noms; et si, pour les rendre agréables à tous les minéralogistes, on veut leur faire exprimer la réunion de ces qualités fondamentales, il est impossible qu'on ne les transforme pas en phrases, et en phrases souvent très-longues.

Nous convenons qu'il est quelques corps dont la composition essentielle est cependant assez simple pour être exprimée par deux mots; mais ces corps sont rares, et vouloir adopter pour ceux-ci un principe de nomenclature, différent de celui qu'on suit pour les autres, c'est jeter dans cette partie de la science une bigarrure désagréable, et introduire un exemple dangereux.

2.° Il nous paroît donc convenable de donner à toutes les espèces des noms univoques, insignifians; or comme elles en ont déjà presque toutes, il suffit de les leur laisser; et comme elles en ont souvent plus d'un, on n'a rien autre chose à faire que de choisir celui qui a le plus titre à cette préférence. Or le premier de tous les titres, celui qui l'emportera toujours sur les autres, c'est d'être le plus généralement admis. A son défaut on doit choisir le nom qui est le plus sonore, le moins susceptible d'être critiqué, et par conséquent d'être changé. Or, plus il sera insignifiant, plus il sera à l'abri de cet accident. On n'a qu'à jeter un coup d'œil sur la liste des espèces, on verra que celles qui ont éprouvé le moins de variations dans leur nomenclature, sont aussi celles dont les noms n'expriment rien, tels que quarz, topaze, talc, prehnite, borax, tourmaline, nitre, mica, etc., tandis que disputant sur la signification des mots cyanite, sommite, iolithe, rubis, thallite, zéolithe, on les a successivement remplacés par ceux de sappare, nepheline, dicroïte, spinelle, stralite ou arendalite, mésotype, qu'on a critiqués à leur tour, et qu'on a voulu remplacer par les mots ou autrement significatifs ou insignifians de disthène, de cordierite, d'épidote, etc.

Ainsi je donnerai aux espèces des noms univoques, et je choisirai toujours les plus généralement admis. J'en ferai très-peu: je n'en ferois même aucun si tous les minéraux portoient des noms qui pussent entrer dans le système général de nomenclature que je viens de présenter, et que j'ai cru devoir adopter, car je crois nuisible à la science de changer les noms, à plus forte raison de les changer sans motifs puissans et sans aucune autorité pour le faire, c'est une réserve rare dans ce moment. On croit avoir fait quelque chose quand on a donné un nom à une substance, et cette profusion de noms, appliquée à la même substance, est un abus nuisible à la science, en ce qu'elle en rend l'étude aussi pénible que fastidieuse.

Plusieurs causes ont introduit dans la minéralogie ce fléau de la mémoire, et ont jeté des entraves à l'avancement de cette science.

Tantôt, et c'est un des cas les plus ordinaires, les noms sont donnés *par ignorance*. Un voyageur pressé de décrire ce qu'il a trouvé, un possesseur de collections qui veut se hâter de faire connoître ce qu'il ne connoît pas, trouvent des minéraux d'un aspect nouveau pour eux; ils en décrivent, avec des détails minutieux, les couleurs, la texture, la dureté, même quelquefois la forme apparente, toutes choses pour lesquelles il ne faut avoir que des yeux, et posséder la terminologie de la science, et sans savoir ni quelle est la composition essentielle de ce minéral, ni quelle est la forme primitive qui lui appartient : ils en font une espèce, et lui imposent un nom, et c'est ordinairement celui du lieu où on l'a trouvé, ou bien, ce qui est bien pire, celui d'un minéralogiste célèbre pour lequel il falloit réserver une véritable espèce; car souvent ces minéraux, si rapidement et si légèrement décrits, ne sont que des variétés d'une espèce connue. Le nombre des *mots* qui ont été introduits dans la science de cette manière est prodigieux. Nous pouvons citer comme exemples des espèces nominales que nous devons à cette cause, la rhétizite qui est un disthène, la moroxite qui est un phosphorite, les tarandite, gurofian, carinthin, mussite, zoysite, crocalite, égeran, fassaïte, botryolite, lherzolite, koupholite, pargasite, etc. qui ne sont que des variétés méconnues de minéraux connus. Il est des cas où l'ignorance est beaucoup plus excusable, c'est lorsque le minéral se présente avec des caractères très-distincts, mais alors le nom n'est pas tout-à-fait surabondant, et il reste comme nom de variété principale.

Tantôt la nomenclature est changée dans le but de rendre les noms plus exacts, plus parfaits.

Si c'est aux naturalistes peu exercés ou à ceux qui attachent peu d'importance à la subordination des caractères, et à la détermination précise des espèces que l'on doit l'abondante émission des espèces nominales que nous venons de signaler, c'est au contraire souvent aux maîtres de la science, à ceux qui veulent la perfectionner dans toutes ses parties, que l'on doit les noms nouveaux introduits comme étant meilleurs que les anciens:

tantôt ils tirent leur origine de ce qu'on n'a pas trouvé que les premiers noms eussent une signification exacte. Tels sont les changemens de sappare en disthène, de grenatite en staurotide, de smaragdite en diallage, de leucite en amphigène, de thallite en épidote, etc. Tantôt ils résultent de l'uniformité qu'on a voulu introduire dans la nomenclature, soit sous le rapport de la langue à y employer, soit sous celui de la composition générale des noms. Telles sont les causes des changemens de *fettstein* en éléolithe, de *pechstein* en retinite, etc. Nous nous rendrons coupables de quelques innovations de ce genre, si toutefois celles-ci doivent aussi être regardées comme une faute, car, pour diminuer autant qu'il est possible le nombre des noms significatifs, nous donnerons les noms univoques de brucite, de giobertite, de boracite, de karstenite aux magnésies hydratée, carbonatée et boratée, à la chaux sulfatée sans eau, etc., et encore ces deux derniers ne viennent-ils pas de nous, mais de savans d'une plus grande autorité.

Les motifs que nous venons d'exposer sont les causes principales de la multiplication des noms; on pourroit en ajouter quelques autres bien moins excusables, car, dans certains cas, ces changemens sont dus à la seule volonté des maîtres de la science, qui usent un peu trop arbitrairement de la prépondérance qu'ils doivent à leurs utiles travaux. Quelquefois aussi des minéralogistes qui n'ont encore acquis aucune autorité par des travaux remarquables, veulent agir comme les maîtres, et se permettent de changer les noms : ils étayent ordinairement ce changement du nom de quelques savans, auxquels ils dédient une espèce qu'un autre a découverte, qu'un autre a décrite géométriquement, qu'un autre a analysée, etc., enfin qu'il a réellement fait connoître, et que lui seul avoit le droit de nommer. Comme notre intention est seulement de blâmer le principe, nous nous abstenons ici de donner des exemples.

En excluant les désignations significatives comme noms, nous sommes loin de les exclure tout-à-fait des tableaux et du système de minéralogie. Nous croyons au contraire les douer de plus d'exactitude et de plus d'utilité en les employant comme phrase caractéristique, car nous pouvons alors leur donner tout le développement que cette exactitude exige ; les modifier

et les changer sans inconvénient, suivant les progrès que la science fera, et les changemens que ces progrès apporteront à la connoissance des espèces. Le nom, au contraire, restera fixe, il désignera toujours et sans équivoque par son inamovibilité, le corps dont on a voulu parler, et, comme il n'exprime rien, il n'exprimera jamais d'erreur, ce qui arrive à presque tous les noms significatifs au bout d'un certain temps.

J'ai souvent préféré des noms substantifs aux noms adjectifs pour nommer les variétés, et même les variétés de couleur. J'y trouve l'avantage de consacrer des noms *triviaux* généralement adoptés ; de permettre d'employer ces noms dans le courant du discours, sans être obligé de joindre perpétuellement deux mots ; de ne point spécifier d'une manière très-précise, comme le feroient des noms adjectifs, la composition, la dureté, la texture ou les couleurs qui peuvent varier même dans une variété, sans cependant que cette variété change de valeur ou de rang.

Je dirai donc *quarz améthyste* au lieu de *quarz violet ; quarz sinople* au lieu de *quarz rouge*, car il y a du quarz rouge qui n'est pas du sinople.

Je dirai *cuivre malachite* au lieu de *cuivre carbonaté vert ; cuivre azuré*, au lieu de *cuivre carbonaté bleu*, etc.

La plupart des noms d'espèces, dont je me servirai, sont empruntés d'Haüy, auquel la minéralogie est redevable de la détermination précise des espèces qu'on peut établir dans cette science. Les noms des sous-espèces, des variétés, des sous-variétés, sont ceux que Werner ou ses élèves ont donnés souvent comme noms d'espèce. Je trouve dans cette marche l'avantage d'employer et de faire *concorder* les deux nomenclatures le plus généralement adoptées, de multiplier les noms simples, et de rendre par ce moyen les descriptions géologiques plus courtes, plus faciles et plus claires.

On verra l'application de ces principes dans le tableau des espèces minérales que nous allons donner (Voyez le tableau dont le commencement est à la page ci-contre) à la suite de cet article, et qui complète tout ce qui est relatif à la première considération, à celle qui constitue la minéralogie scientifique.

TABLEAU

MÉTHODIQUE ET CARACTÉRISTIQUE

DES PRINCIPALES ESPÈCES MINÉRALES.

Les corps inorganiques qui entrent dans la composition de la croûte extérieure de la terre peuvent être d'abord séparés en DEUX SÉRIES.

La PREMIÈRE SÉRIE renferme tous les corps inorganiques naturels homogènes ou d'apparence homogène. Ce sont les *MINÉRAUX SIMPLES* et les *ROCHES HOMOGÈNES*.

La DEUXIÈME SÉRIE renferme les masses minérales résultant de l'association en proportions à peu près déterminables des minéraux simples. Ce sont les *ROCHES COMPOSÉES* ou *HÉTÉROGÈNES*.

PREMIÈRE SÉRIE.

On peut y établir trois divisions.

Ire DIVISION. — Minéraux dont les molécules de premier ordre ne sont composées que de deux élémens.

IIe DIVISION. — Minéraux dont les molécules de premier ordre sont composées de plus de deux élémens.

IIIe DIVISION. — Minéraux en masses, ou roches homogènes.

PREMIÈRE DIVISION.

Minéraux dont les molécules, ou atomes de premier ordre, ne sont composés que de deux élémens, d'après le principe de la composition inorganique. (BERZÉLIUS.)

Cette division est partagée en trois classes.

CLASSE I. — *LES MÉTALLOIDES.* (BERZ.)

Corps électro-négatifs, ne jouant jamais le rôle de base avec les corps des autres classes.
Formant des gaz permanens avec quelques-uns d'entre eux.
N'ayant que de foibles rapports avec les métaux.

CLASSE II. — *LES MÉTAUX HÉTÉROPSIDES*

(*ou dont les oxides forment les terres et les alcalis*).

Corps électro-positifs.
Ne formant de gaz permanens avec aucun corps.
Oxides non réductibles par le charbon.
Décomposant l'eau à la température ordinaire.

CLASSE III. — *LES MÉTAUX AUTOPSIDES*

(*ou métaux proprement dits*).

Corps électro-positifs et électro-négatifs.
Ne formant de gaz permanens avec aucun corps.
Oxides réductibles par le charbon.
Parfaitement opaques à l'épaisseur de $\frac{1}{10}$ de millimètre.

CLASSE I. *LES MÉTALLOIDES.*

ORDRE I. — MÉT. GAZEUX.

Genre Chlore.

Acide muriatique. = A. hydrochlorique.

Hydrogène.

Eau. = Hydr. oxidé.

sulfuré. = Hydr. sulfuré.

ORDRE II. — MÉT. SOLIDES, FUSIBLES, VOLATILS.

Soufre.

natif.

Jaune. — Odeur particulière par combustion.
Crist. dérivant d'un octaèdre rhomboïdal à triangles scalènes; incid. de P sur P 106° 30′ — De P sur P′ 143° 25′.
Pes. sp. 1,8 à 2. — Réfr. D.

Acide sulfureux. = S^2.
Gazeux, odorant, etc.

Acide sulfurique. = $S^3 + Aq$.
Liquide, etc.

Selenium.

Eukaïrite (1). = Sel. cupro-argentifère. — $2\,CuSe + AgSe^2$.
Brillant métallique. — Mou. — Fusible avec odeur de raves.

---

(1) Ce minérai seroit plus exactement placé au cuivre. On ne l'a mis ici que par exception transitoire.

Arsenic.

natif.

Volatil avec odeur d'ail. — Pes. sp. 5,7.
Couleur noire, éclat métallique.

Réalgar. = Ars. bisulfuré rouge. — $As S^2$.
Couleur rouge orangée. — Volatil, etc.
Crist. prism. dérivant d'un prisme rhomboïdal oblique. — Incid. de M sur M 72° 18′. — De P sur H 114° 6′. — Pes. sp. 3,6.

Orpiment. = Ars. trisulfuré jaune. — $As S^3$.
Jaune d'or. — volatil.
Struct. laminaire dans un sens. — Pes. sp. 3,4.

blanc. = Ars. oxidé, ou acide arsénieux. — As^3.
Crist. dérivant de l'octaèdre régulier. — Blanc. — Volatil avec odeur d'ail. — Pes. sp. 4.

Tellure.

natif.

Eclat métallique. — Blanc.
Structure laminaire. — Crist. octaèdre régulier.

graphique. = Tell. auro-argentifère. — $Ag T^2 + 3 Au Te^6$.
Crist. dérivant d'un prisme droit rectangulaire? — Blanc. — Pes. sp. 5,8.

feuilleté. = Tell. auro-plombifère. — $Ag T^2 + 2 Pb T^2 + 3 Au Te^3$.
Gris de plomb. — Structure laminaire. — Flexible
Pes. sp. 7 à 9.

ORDRE III. — MÉT. SOLIDES, INFUSIBLES, FIXES.

Carbone.

Diamant. = C. natif.
Le plus dur des corps.
Crist. dérivant d'un octaèdre régulier. — Clivage parfait égal.
Eclat vif. — Pes. sp. 3,5.

Acide carbonique. $= C^2$.

Gazeux, plus pesant que l'air, etc.

Bore.

Acide borique. $= B^2$.

Solide. — Ecailles nacrées. — Fusible, etc.

Silicium.

Quarz. = Acide silicique *ou* silice. — Si^3.

Cristaux prismatiques et pyramidaux dérivant d'un rhomboïde obtus de $94^d\ 1/2$. — Clivage égal, imparfait.

Réfraction D.

* *Les anhydres.*

Hyalin.	Aspect, texture et cassure vitreux. — Raye le verre. Pes. sp. 2,6.
Grès.	Texture grenue.
Agate.	Texture compacte. — Pâte fine. — Cassure cireuse, translucide. — Couleurs vives.
Silex.	Texture compacte. — Pâte grosse — Cassure conchoïde, écailleuse. — Translucide. — Couleurs ternes.
Jaspe.	Texture compacte. — Pâte fine, opaque. — Couleurs vives.

** *Les aquifères.* = S. et eau de 0,02 à 0,11.

Texture vitro-résineuse. — Dur. infér. au quarz. Pes. sp. 2 à 2,4.

Hyalite.	Transparent.
Girasol.	Translucide. — Laiteux. — Reflets rougeâtres.
Opale.	Translucide. — Laiteux. — Reflets irisés.
Résinite.	Presque opaque. — Couleurs variées.
Ménilite.	Presque opaque. — Brun.

CLASSE II. *LES MÉTAUX HÉTÉROPSIDES.*

ORDRE I. — A. OXIDES INSOLUBLES.

Genre Zirconium.

Zircon. = Zircone silicatée. — $Zr\,Si^2$.
Crist. prismat. dériv. d'un prisme à base carrée ou d'un octaèdre à triangles isocèles. — Dur. sup. au quarz. — Pes. sp. 4,4. — Réfr. D.

Jargon. Limpide, brunâtre, verdâtre, etc.

Hyacinthe. Rouge orangé, etc.

Aluminium.

Corindon. = Aluminium oxidé ou alumine. — Al^2 ou A.
Crist. rhomboïdaux, prismatiques ou dodécaèdres bipyramidaux, dérivant d'un rhomboïde aigu de 80d 1/2. — Clivage parfait, égal, quelquefois des joints perpendiculaires à l'axe.
Dur. sup. à celle de toutes les pierres. — P. sp. 4,5.
Infusible. — Couleurs variées vives.

Télésie. Hyalin. — Couleurs vives. — Clivage conduisant au prisme.

adamantin. Chatoyant. — Couleurs ternes. — Clivage conduisant au rhomboïde.

Eméril. Texture granulaire.

Diaspore. = Alumine hydratée? — Eau 17.
Au feu pétille.

Websterite. = Al. sous-sulfatée-hydratée. — Eau 40 à 45.
Poussière cristalline.
Couleur blanc mate.

Wavellite. = Al. phosphatée-hydratée. — $A^2P^3 + 4Aq$.
Dur. supér. au quarz. — Pes. sp. 2,7.
Structure fibreuse.

Calaïte. = Al. hydratée phosphatée. — Eau 18.
Dur. supérieure au phosphorite. — Pes. sp. 3.
Couleur bleuâtre inaltérable par les acides.

Topaze. = Al. fluo-silicatée. — A^2 Fl. + 3 A S.
Crist. prismat. dériv. d'un octaèdre rectangulaire ou d'un prisme droit rhomboïdal de $124^d\ 21'$.
Clivage perpendiculaire à l'axe, très-net.
Electrisable par frottement et chaleur.
Dureté supérieure au quarz. — Pes. sp. 3,5.

Pinite. = Al. sous-silicatée. — A^2S.
Crist. prismat. dériv. d'un prisme hexaèdre régulier. — Poussière onctueuse. — Pes. sp. 2,92.

Disthène. = Al. silicatée.
Crist. prism. dériv. d'un prisme oblique à base presque rhomboïdale de 106^d environ.
Double dureté. — Pes. sp. 3,5.

Néphéline. = Al. silicatée — A S.
Crist. dérivant d'un prisme hexaèdre régulier très-court. — Dur. supér. à celle du verre. — Un peu fusible. — Pes. sp. 3,3.

Triclasite. = Al. silicatée. — $A S^2$ + Aq.
Crist. dériv. d'un prisme rhomboïdal oblique de $109\ ^1/_2$ envir. — Dur. supér. à celle du phosphorite. — Pes. sp. 2,6.

Staurotide. = Al. et fer silicatés. — $6 A^2 S$ + f 2S.
Crist. dérivant d'un prisme à base rhomboïdale de $129^d\ ^1/_2$. — Cristaux souvent croisés. — Dur. supér. au quarz. — Pes. sp. 3,3.

Grenat. = Al., fer, etc. silicatés.
Crist. dérivant d'un dodécaèdre rhomboïdal. — Dur. sup. à celle du quarz. — Pes. sp. 3,5 à 4. — Essentiellement coloré. — Couleurs variées, le rouge brun dominant.

Almandin. = Grenat alumineux. — A S + f S.
Rouge violet. — Fusible.

Pyrope. = Gr. magnésien. — 2 A S + $M S^2$. + 3 F S.
Rouge de feu. — Presque infusible.

Grossulaire. = Gr. calcaire. — A S + 3 C S + f S.
Couleurs très-variées.

Galitzinite — = Gr. manganésié. — $2AS + fS^2 + 2mg\,S$.
Couleur violâtre.

Tourmaline. — = Al. silicatée, etc.
Crist. prism. dériv. d'un rhomboïde obtus de $133^d\ 1/2$. — Clivage imparfait. — Eclat vitreux. — Pyro-électrique. — Dur. sup. au quarz.
Pes. sp. 3.

Schorl. — = Al., potasse et fer silicatés. — $5AS + KS + fS$.
Noir. — Prismes cannelés.

Brésilienne. — = Al., chaux et fer silicatés. — $18AS + CS + 2fS$.
Verdâtre.

Rubellite. — = Al., soude et manganèse silicatés. — $9AS + NS$.
Violâtre et rougeâtre. — Infusible.

Collyrite. — = Al. sous-silicatée, eau et mélanges. — $A^3S + 5Aq$.
Texture terreuse, homogène, translucide, tendre.

Yttrium.

Gadolinite. — = Yttria silicatée. — YS ce $2S + f^2S$.
Texture vitreuse. — Eclat résineux. — Dur. sup. au quarz. — Pes. sp. 4. — Rougissant au feu. — Couleur noire.

Glucium.

Béryl. — = Glucyne et alumine sur-silicatées. — $GS^4 + 2AS^3$.
Crist. prism. dériv. d'un prisme hexaèdre régulier. — Clivage incomplet, imparfait, parallèle aux pans. — Dur. sup. au quarz. — Pes. sp. 2,75. — Cassure transversale vitreuse.

Aigue-marine. — Vert d'eau, coloré par le fer.

Emeraude. — Vert pur, coloré par le chrôme.

Euclase. = G. et alumine silicatées. — $GS + 2AS$.
Crist. prism. dériv. d'un prisme droit à base rectangulaire. — Clivage incomplet parallèle à l'axe, facile et parfait. — Pes. sp. 3.

ORDRE II. — A OXIDES UN PEU SOLUBLES.

Magnesium.

Epsomite. = Magnésie sulfatée. — $MS^3 + 5Aq$.
Crist. prism. dériv. d'un prisme droit à base carrée. — Très-soluble, très-sapide. — Saveur amère.

Brucite. = M. hydratée. — MAq.
Translucide. — Structure laminaire. — Eclat nacré. — Pes. sp. 2,13.

Boracite. = M. boratée. — MgB^4.
Crist. dériv. du cube. — Plus dur que l'acier. — Pyro-électrique. — Pes. sp. 2,7.

Giobertite. = M. carbonatée. — MgC^2.
Texture terreuse. — Effervescente. — Infusible. — Se ramollit dans l'eau. — Pes. sp. 2,45.

Magnésite. = M. silicatée et eau. — $MS^3 + 5Aq$.
Aspect terreux. — Infusible. — Solide. — Se ramollit dans l'eau.

Condrodite. = M. silicatée. — MS.
Syst. crist. conduisant à un prisme rectangulaire oblong. — Structure laminaire. — Raye le verre. — Très-difficile à fondre.

Talc. = M. trisilicatée et eau. — $2MS^3 + Aq$.
Syst. crist. conduisant à un prisme droit à base rhomboïdale. — Pes. sp. 2,8. — Poussière douce et savonneuse. — Fusible.

laminaire.
Stéatite.
Serpentine.

Chlorite. = M. fer, alum. et potasse silicatés. —
Texture écailleuse ou terreuse. — Tendre. — Poussière onctueuse. — Fusible. — Couleur verdâtre.

Péridot. = M. et fer silicatés. — $4\,MS + fS$.
Crist. prism. dériv. d'un prisme droit à base rectangulaire. — Clivage imparfait. — Cassure conchoïde. — Eclat vitreux. — Pes. sp. 3,4. — Raye le verre. — Réfr. D.

Chrysolithe.
Olivine.

Diallage. = M. et fer bisilicatés. — $3\,MS^2 + fS^2$.
Lames rhomboïdales brillantes sur les bases, ternes sur les bords, conduisant à un prisme oblique rectangulaire. — Pes. sp. 3. — Fusible. — Rayée par le verre.

Hyperstène. = M. et fer bisilicatés. — $MS^2 + FS^2$.
Struct. laminaire conduisant par clivage parfait, mais incomplet, à un prisme droit rhomboïdal de 98d. — Pes. sp. 3,4. — Plus dur que le verre.

Cordierite. = M., alum. et fer silicatés.
Crist. dérivant d'un prisme hexaèdre régulier. — Pes. sp. 2,5.
Dur. — Aspect vitreux. — Dichroïsme très-sensible. — Un peu fusible.

Spinelle. = M. aluminatée. — MA^6.
Crist. dér. d'un octaèdre régulier. — Pes. sp. 3,7.
Dur. sup. au quarz. — Infusible.

Rubis. Rouge par l'acide chromique.

Pléonaste. Bleuâtre, noirâtre ou violâtre par l'oxide de fer.

Calcium.

Karstenite. = Chaux sulfatée. — CaS^3.
Syst. crist. dériv. d'un prisme droit à base rectangulaire. — Pes. sp. 3.
Raye le gypse. — Ne blanchit pas par le feu.

Gypse. = C. sulfatée et eau. — $CaS\,3 + 2\,Aq$.

Crist. prism. comprimés dérivant d'un prisme droit à base parallélogramme de 113 d. — Clivage complet, parfait dans un sens, imparfait dans l'autre. — Pes. sp. 2,3.

Tendre. — Blanchit par le feu.

Phosphorite. = C. phosphatée. — $Ca^3\,P^5$.

Crist. dériv. d'un prisme hexaèdre régulier. — Cliv. incomplet parallèle aux pans. — Pes. sp. 3. Raye le calcaire.

Apatite.
Chrysolite.
terreux.

Fluore. = C. fluatée. — $Ca\,F$.

Crist. dér. d'un octaèdre régulier. — Clivage complet parfait. — Pes. sp. 3.

Raye le calcaire.

Calcaire. = C. carbonatée. — $Ca\,C^2$.

rhomboïdal. Crist. rhomboïdaux, prismatiques, dodécaèdres, bipyramidaux à triangles scalènes et à triangles isocèles, dériv. d'un rhomboïde de 105 d ½.

Clivage complet, facile, parfait. — Pes. sp. 2,7. — Réfr. D.

Effervescence avec l'acide nitrique.

spathique.
saccaroïde.
concrétionné.
compacte.
craie.
grossier.

brunissant. = Manganésifère.

Etc.

Arragonite. = C. carbonatée. — $Ca\,C^2$.

Crist. prism. ou dodécaèdres-pyramidaux, dérivant d'un octaèdre rectangulaire. — Clivage incomplet, parallèle aux pans d'un prisme rhomboïdal. — Cassure raboteuse.

Raye le calcaire. — Pes. sp. 2,9. — Réfr. D.

Effervescence avec l'acide nitrique.

Dolomie. = C. et magnésie carbonatées. — $Ca\,C^2 + Mg\,C^2$.

Crist. rhomboïdaux dérivant d'un rhomboïde de 106 d 15′. — Clivage complet parfait. — Pes. sp. 2,9. — Raye le calcaire.

Effervescence lente avec l'acide nitrique.

Datholite. = C. boro-silicatée. — $^2Ca\,B\,4 + {}^2Ca\,Si^3 + Aq$.

Crist. dériv. d'un prisme droit à base romboïdale de 109 d 1/2. — Clivage nul. — Raye le fluore. Pes. sp. 3.

Pharmacolite. = C. arseniatée. — $Ca\,As\,5 + 6\,Aq$.

Odeur d'ail par le feu.

Schélite. = C. schélatée. — $Ca\,W^3$.

Crist. octaèdres dérivant d'un octaèdre aigu à triangles isocèles de 130 d 20′ H. — Pes. sp. 6.

Jaunit dans l'acide nitrique.

Sphène. = C. silico-titaniatée.

Cristaux tabulaires dérivant d'un octaèdre rhomboïdal de 131 d 16′ H. ou d'un prisme rhomboïdal oblique de 133 d 30′ PHIL. — Pes. sp. 3,5. — Raye le calcaire.

Wollastonite. = C. bisilicatée. — $C\,S^2$.

Structure laminaire. — Clivage conduisant à un octaèdre triangulaire de 92 d 18′ et 139 d 4′.

Dur. sup. à celle du phosphorite. — Pes. sp. 2,8.

Anorthite. = C. alumine et magnésie silicatées. — $2\,C\,S + 8\,A\,S + M\,S$.

Crist. prism. inclinés dériv. d'un parallélipipède obliquangle de 117, 111 et 94 d env. — Pes. sp. 2,7. — Peu fusible. — Entièrem. décomp. par l'acide muriatique concentré.

Grammatite. = C. et magnésie sursilicatées. — $C\,S^3 + 3\,M\,S^2$.

Crist. prism. dériv. d'un prisme oblique rhomboïdal de 124 d 30′. — Clivage parallèle aux pans. — Dur. sup. au verre. — Pes. sp. 3,5.

Couleur blanche, grise ou vert pur.

vitreuse. Roide. — Eclats vitreux.

Actinote. Prismes alongés, rarement terminés. — Éclat vitreux. — Oxide de chrôme.

Asbeste. Filamens flexibles.

Amphibole. = C. magn., alumine et fer sursilicatés. — $CS^3 + 3 \left\{ \begin{matrix} M \\ f \end{matrix} \right\} \begin{matrix} S^2 \\ A^x \end{matrix}$ (1)

Crist. prism. dériv. d'un prisme rhomboïdal de $124^d 30'$. — Clivage parallèle aux pans, parfait. — Dur. supér. au verre. — Pes. sp. 3,5.
Couleur noire ou verdâtre.

Pargasite. Prismes courts, à sommets composés, gris ou noir.

Schorlique. Prismes moyens à sommets composés, noir et vert foncé.

Pyroxène. = C. et magn. bisilicatées. — $CS^2 + MS^2$.

Crist. prism. à arête terminale inclinée sur l'axe, dériv. d'un prisme oblique à base rhomboïdale de $87^d\ 1/2$ environ. — Clivage peu net. — Pes. sp. 3,3.
Dur. sup. à celle de l'amphibole. — Réfr. D.

Diopside. Eclat vitreux. — Crist. longs, blancs et verdâtres.

Sahlite. Struct. très-laminaire. — Blanc ou vert pâle.

Fassaïte. Texture et éclats presque vitreux. — Vert foncé.

Coccolite. Texture granulaire. — Verdâtre.

Augite. = C., magnésie et fer bisilicatés. — $CS^2 + MS^2 + fS^2$.

Syst. cristallin du pyroxène.
Noir ou vert très-foncé. — Texture presque vitreuse. — Crist. courts. — Volcanique.

---

(1) Cette formule est celle qui a été donnée par M. Bonsdorff. Les lettres M et f mises l'une au-dessous de l'autre indiquent que le fer et la magnésie peuvent se suppléer, et l'x mis en exposant d'A que l'alumine est en proportion indéterminée.

Epidote. = C. et alumine silicatées. — $CS + 2AS$.
Crist. prism. dériv. d'un prisme droit à base parallélogramme obliquangle de $114^{d}\ ^{1}/_{2}$, — Pes. sp. 3,4.
Raye le verre. — Fusible.

Thallite. Crist. prism. subvitreux. — Verdâtres.

Zoysite. Crist. engagés, laminaires. — Grisâtres.

Wernerite. = C. et alumine silicatées ferrifères. — $CS + 3AS$.
Crist. dériv. d'un prisme droit à base carrée. — Texture compacte.
Pes. sp. 3,7. — Couleur verdâtre.

Paranthine. = C. et alumine silicatées.
Crist. prism. dér. d'un prisme droit à base carrée.
Struct. lamin. — Couleur verdâtre ou nulle. — Eclat nacré ou vitreux. — Pes. sp. 3.

Prehnite. = C. et alumine silicatées et eau. — $3CS + 9AS + Aq$.
Crist. flabelliformes dérivant d'un prisme droit rhomboïdal de $102^{d}\,40'$.
Pes. sp. 2,7. — Fusible avec bouillonnement.

Chabasie. = C. et alumine sursilicatées et eau. — $CS^{3} + 3AS^{2} + 6Aq$.
Crist. dériv. d'un rhomboïde voisin du cube de $93^{d}\ ^{1}/_{2}$. — Pes. sp. 2,7. — Fusible.

Stilbite. = C. et alumine trisilicatées et eau. — $CS^{3} + 3AS^{3} + 6Aq$.
Crist. tabulaires, flabelliformes, nacrés, dérivant d'un prisme droit rectangulaire. — Pes. sp. 2,5.
Fusible avec boursoufflement.

Laumonite. = C. et alumine bisilicatées et eau. — $CS^{2} + 4AS^{2} + 6Aq$.
Crist. dériv. d'un octaèdre rectangulaire de 98, 12 et 117^{d}. — Pes. sp. 2,2. — Friable.

Cymophane. = C. et alum. soussilicatées. — $C^{4}S + 18A^{4}S$.
Crist. prism. dériv. d'un prisme droit rectangulaire. — Pes. sp. 3,8.
Dureté supérieure à celle de la topaze.

Idocrase. = C., alumin. et fer silicatés. — $6\,C\,S + 5\,A\,S + F\,S$.

Crist. prism. dérivant d'un prisme droit à base carrée. — Texture compacte. — Eclat vitreux vif. — Pes. sp. 3,4.

Dureté supérieure au quarz.

Couleur vert olivâtre ou jaunâtre.

Essonite. = C., alumine et fer silicatés. — $8\,C\,S + 8\,A\,S + F\,S$.

Crist. dériv. d'un prisme droit à base rhomboïdale de 102 d 40'. — Pes. sp. 3,6.

Fusible. — Dureté supér. au quarz. — Couleur jaune orangé.

Axinite. = C., fer et alumine bisilicatés. — $C\,S^2 + F\,S^2 + 5\,A\,S^2$.

Crist. tabul. à biseaux unilatéraux tranchans, dérivant d'un prisme droit à base parallélogramme obliquangle de 101 d ½. — Pes. sp. 2,2.

Fusible. — Dur. infér. au quarz. — Texture et éclat vitreux.

Anthophyllite. = C., alumine et fer silicatés. — $2\,C\,S + 4\,A\,S + F\,S$.

Crist. prism. alongés dérivant d'un prisme droit rhomboïdal de 73 d 44'. — Clivage parallèle aux pans, facile et parfait. — Pes. sp. 3.

Dur. sup au verre. — Infusible.

Gehlenite. = C., alumine et fer silicatés.

Crist. dériv. d'un prisme droit rectangulaire. — Pes. sp. 2,9.

Dureté supérieure au fluore.

Strontium.

Célestine. = Strontiane sulfatée. — $Sr\,S^3$.

Crist. dérivant d'un prisme droit à base rhomboïdale de 104 d ½. — Pes. sp. 3,9.

Fusible. — Muriate colorant en pourpre la flamme de l'alcool.

Strontianite. = S. carbonatée. — $Sr\,C^2$.
Crist. dér. d'un rhombe de 99 d ½. — Pes. sp. 3,7. effervescent. — Muriate colorant en pourpre la flamme de l'alcool.

Barium.

Baritite. = Barite sulfatée. — $Ba\,S^3$.
Crist. dériv. d'un prisme droit à base rhomboïdale de 101 d ½. — Clivage complet parfait.
Pes. sp. 4,4. —

Witherite. = B. carbonatée. — $Ba\,C^2$.
Crist. dér. d'un rhombe de 92 d. — Pes. sp. 4,3. — Effervescent. — Fusible.

Harmotome. = B. et alumine sursilicatées et eau. — $BS^4 + 4\,AS^2 + 7\,Aq$.
Crist. dériv. d'un octaèdre à triangles isocèles de 86d 36', souvent aggrégés en croix. — Pes. sp. 2,3. — Fusible. — Dur. sup. au fluore.

ORDRE III. — A OXIDES TRÈS-SOLUBLES.

Lithium.

Triphane. = Lithine et alumine sursilicatées. — $L\,S^3 + 3\,A\,S^2$.
Structure laminaire. — Clivage conduisant à un octaèdre à triangles isocèles, quatre aigus, quatre obtus. — Pes. sp. 3. — Raye le verre. — Au feu se divise et se fond. — Eclat nacré.

Pétalite. = L. et alumine sursilicatées. — $L\,S^6 + 3\,A^3$.
Structure laminaire. — Clivage conduisant à un prisme droit à base rhomboïdale de 137 d. — Dur. — Fusible. — Pes. sp. 2,4.

Sodium.

Reussin. = Soude sulfatée et eau. — $NS^3 + 10Aq$.
Crist. dériv. d'un octaèdre symétrique de 100 d. — Saveur particulière. — Très-dissoluble à chaud. — Effervescent.

Glauberite. = S. et chaux sulfatées. — $NS^3 + CaS^3$.
Crist. tabul. à biseaux unilatéraux, tranchans, dériv. d'un prisme oblique à base rhomboïdale de 104 d ½. — Pes. sp. 2,7. — Raye le gypse.

Selmarin. = S. muriatée, *ou* chlorure de sodium, *ou* hydrochlorate de soude. — NaM^2.
Crist. dériv. du cube. — Pes. sp, 2,5.
Saveur salée. — Décrépite au feu.

Natron. = S. carbonatée et eau. — $NaC^2 + 10Aq$.
Saveur urineuse. — Dissoluble. — Crist. dérivant d'un octaèdre rhomboïdal de 120 d.
Effervescent. — Efflorescent.

Borax. = S. boratée et eau. — $NaB8 + 11Aq$.
Crist. dériv. d'un prisme rectangulaire oblique de 106 d. — Fusible.

Cryolithe. = S. et alumine fluatées. — $NFl + AFl$.
Struct. lamin. conduisant à un parallélipipède rectangulaire. — Très-fusible. — Insoluble.

Sodalite. = S. et alumine silicatées. — $NS + 2AS$.
Crist. dérivant d'un dodécaèdre rhomboïdal. — Pes. sp. 2,4. — Raye le verre. — Gelée dans les acides.

Lazulite. = S. et alumine silicatées. — $NS + 3AS$.
Crist. dériv. d'un dodécaèdre. — Pes. sp. 2,8.
Raye le verre. — Fusible en émail gris. — Couleur bleu pur.

Mésotype. = S. et alumine silicatées et eau. — $NS^3 + 3AS + 2Aq$.
Crist. en prisme à quatre pans dériv. d'un prisme droit à base rhomboïdale de 92 d. — Pes. sp. 2.
Fusible avec bouillonnement. — Gelée dans les acides.

Analcime. = S. et alumine sursilicatées. — $NS^2 + CS^3 + 9AS^2 + 16Aq$.
Crist. dériv. du cube. — Pes. sp. 2.
Raye le verre.

Albite. = S. et alumine trisilicatées — $NS^2 + 3AS^3$.
Struct. lamin. — Clivage conduisant à un parallépipède irrégulier, oblique, à base rhomboïdale de $117^d 53' - 115^d 5'$ et $86^d 24'$.
Pes. sp. 2,73. — Plus dure que le felspath.

Labrador. = Soude, chaux et alumine silicatées. — $NS^3 + 3CS^3 + 12AS$. (1)
Struct. lamin. — Clivage indiquant un parallépipède obliquangle. — Incidence de P sur M 93,30.
Dur. infér. au felspath. — Pes. sp. 2,7.
Peu fusible. — Décomposé par l'acide muriatique concentré.

Jade. = Soude, potasse, etc. silicatées.
Texture compacte. — Eclat gras. — Pes. sp. 3.
Fusible. — Dureté surpassant celle du quarz. — Tenace.

Nephrite. = Soude, potasse, chaux et silice.
Translucide. — Eclat de la cire.

Saussurite. = Soude, chaux, alum., magn., fer et silice.

Retinite. = S. et alumine silicatées et eau.
Texture et éclat résineux. — Très-fusible. — Rayé par l'acier.

Potassium.

Nitre. = Potasse nitratée-hydratée. — KN^5.
Crist. prismat. hexaèdres dérivant d'un octaèdre rectangulaire.
Saveur fraîche. — Fuse sur les charbons.

---

(1) Gust. rose sur les felspaths, Ann. de Chim., t. xxiv, p. 5.

Alun. = P. et alumine trisulfatées et eau. — $K Su^3 + 3 Al Su^3 + 21 Aq$.
Crist. dér. de l'octaèdre régulier.—Pes. sp. 1,75. — Cassure vitreuse.— Saveur styptique.— Fusible.

Alunite. = P. et alum. sulfatées et eau. — $K Su + 15 A Su + 3 Aq$.
Crist. dériv. d'un rhomboïde aigu de 89 d. — Pes. sp. 2,7.—Saveur nulle.—Non dissoluble.— Raye la chaux carbonatée.

Amphigène. = P. et alum. bisilicatées. — $KS^2 + 3AS^2$.
Crist. dodécaèdres, rhomboïdaux, dérivant du cube ou du rhombe. — Pes. sp. 2,46.
Raye le verre. — Infusible.

Meïonite. = P. et alum. sursilicatées. — $KS^3 + 3AS^2$.
Crist. dériv. d'un prisme droit à base carrée. — Pes. sp. 2,6.
Raye le verre.

Hauyne. = P. et alum. silicatées, etc.
Crist. dodécaèdres rhomboïdaux, bleus.
Raye le verre. — Pes. sp. 3,3. — Infusible. — Gelée dans les acides.

Felspath. = P. et alum. trisilicatées. — $KS^3 + 3AS^3$.
Crist. prismat. à base ou arête terminale oblique. — Clivage donnant un prisme oblique à base rhombe à quatre pans brillans, perpendiculaires l'un sur l'autre. — Pes. sp. 2,6.
Fusible. — Raye le verre.

Eleolithe. = P. et alum. trisilicatées.—$KS^3 + 4AS^3$.
Struct. lamin. — Clivage conduisant à un prisme droit à base rhomboïdale.
Eclat gras. — Pes. sp. 2,6.

Apophyllite. = P. et chaux sursilicatées et eau.—$K S^6 + 8 C S^3 + 16 Aq$.
Crist. dériv. d'un prisme droit à base carrée. — Pes. sp. 2,46. — Eclat nacré.
Peu dur. — Fusible.

Mica. = P., alumine, magnésie et fer silicatés.
Crist. dérivant d'un prisme droit à base rhomboïdale de 120 d. — Eclat vif. — Pes. sp. 2,8.
Lames très-minces, flexibles, élastiques. — Tendre — Fusible.

alumineux. — $KS^3 + fS + 12AS$.
Eclat vitreux. — Inattaquable par l'acide sulfurique.

magnésien. Eclat onctueux, attaquable par l'acide sulfurique bouillant.

Lépidolithe. Texture grenue écailleuse. — Ecailles brillantes.

CLASSE III. *LES MÉTAUX AUTOPSIDES.*

ORDRE I. — ELECTRO-POSITIFS.

Cérium.

Cérite. = C. silicaté. — Ce S.
Texture granuleuse. — Dur. — Infusible. — Pes. sp. 4,9.
Noir rougeâtre.

Allanite. = C. silicaté, etc.
Noir brunâtre. — Poussière gris verdâtre. — Pes. sp. 3,5

Orthite. = C., alumine, yttria et fer silicatés.
Structure bacillaire. — Eclat vitreux.

Manganèse.

sulfuré. = M. sulfuré. — MnS^2.
Clivage indiquant un prisme rhomboïdal.
Grisâtre. — Poussière verdâtre. — Pes. sp. 4.

métalloïde. = M. suroxidé. — Mn^4.
Crist. prism. dér. d'un prisme droit rhomboïdal de 102 d.
Eclat gris-noirâtre métallique. — Pes. sp. 4,7.
Poussière noire.

terne. = M. oxidé-hydraté. — Mn^3 Aq.
Crist. dériv. d'un prisme droit symétrique. — Aspect terreux. — Poussière brune.

lithoïde. = M. silicaté. — $Mn\,Si^2$.
Texture compacte. — Dur.
Couleur rosâtre passant au brun.

phosphaté. = M. et fer phosphatés.
Texture compacte. — Pes. sp. 3,9.
Eclat submétallique. — Poussière brunâtre.

Fer.

natif. = F. natif. — Fe.
Magnétique. — Malléable.

Mispickel, = F. arseniuré et sulfuré. — $Fe\,As^2 + Fe\,S^2$.
Crist. dériv. d'un prisme droit rhomboïdal de 111 d. — Pes. sp. 6,5.
Odeur d'ail. — Couleur blanche.

Pyrite. = F. sulfuré. — $Fe\,S^4$.

cubique. Crist. dérivant du cube. — Cassure vitreuse. — Pes. sp. 4,7.
Odeur sulfureuse par le feu. — Couleur jaune.

prismatique. Crist. dérivant d'un prisme droit rhomboïdal de 106 d ½. — Cassure raboteuse.
Couleur jaune pâle.

Pyrite magnétique. = F. sulfuré, magnétique. — $Fe\,S^4 + 6Fe\,S^2$.
Structure laminaire. — Clivage conduisant au prisme rhomboïdal.

Graphite. = F. carburé. — $Fe\,C^x$.
Couleur noire brillante. — Pes. sp. 2,2. — Tachant. — Onctueux.

oxidulé. = F. oxidulé. — $Fe^2 + 2\,Fe^3$.
Crist. dér. de l'octaèdre régulier. — Pes. sp. 4,9.
Eclat métallique. — Magnétique. — Poussière noire.

oligiste. = F. oxidé. — Fe^3.
Crist. dériv. d'un rhomboïde aigu de 87 d. — Eclat métallique. — Couleur noir ou brun rouge. — Poussière rouge. — Pes. sp. 5,2.

compacte. Métalloïde. — Texture grenue.

spéculaire. Métalloïde. — Texture et cassure vitreuses.

Hématite. Texture grenue. — Structure fibreuse. Dur. — Poussière rouge.

Sanguine. Texture grenue, terreuse. — Couleur rouge.

hydroxidé. = F. oxidé-hydraté. — Fe^2 Aq.
Brun. — Poussière jaune. — Eau 15.

fibreux. Structure fibreuse.

compacte. Texture compacte.

granuleux. Assemblage de grains pisolithiques ou oolithiques.

limoneux. Impur.

carbonaté. = F. carbonaté. — $Fe\ C^2$.
Crist. dérivant d'un rhombe de 104 d ½. — Pes. sp. 3,67. — Effervescent. — Se colorant par l'air ou par le feu.

spathique. Structure laminaire.

compacte. Texture compacte.

azuré. = F. phosphaté et eau. — $Fe\ P^5 + 6$ Aq.
Crist. dérivant d'un prisme rectangulaire oblique de 100 d. — Couleur bleuâtre.

Couperose. = F. sulfaté vert. — $Fe\ S^3 + 7$ Aq.
Crist. dériv. d'un rhomboïde aigu de 81 d ½. Verdâtre. — Dissoluble.

Résinite. = F. sous-sulfaté résiniforme. — $Fe\ 4\ S + 4$ Aq.
Brun roussâtre. — Cassure et éclat résineux.

chromé. = F. chromé ou chromite de fer.
Noirâtre. — Colorant le borax en vert. — Pes. sp. 4.

Hedenbergite? = F. silicaté et eau. — $Fe\ S^3 + 2\ Aq$.

Lievrite. = F. et chaux silicatés. — $4\ Fe\ S + C\ S$.
Crist. dérivant d'un prisme droit à base rhombe de 112d ½. — Couleur noir bleuâtre.
Eclat métalloïde. — Pes. sp. 3,8.

Skorodite. = F. arseniaté et eau.
Crist. dériv. du cube.
Couleur verdâtre. — Odeur d'ail par la chaleur.
Pes. sp. 1,3.

Humboldtine. = F. oxidulé, oxalaté.
Texture terreuse. — Couleur jaune verdâtre.
Décomposable par le feu.

Cobalt.

arsenical. = C. arseniuré. — $Co\ As^2$, As.
Eclat métallique. — Crist. dériv. du cube.
Texture grenue — Pes. sp. 7,7. — odeur d'ail.
Colore le verre en bleu.

gris. = Cobalt arseniuré et cobalt sulfuré. — $Co\ As^2 + Co\ S^4$.
Eclat métallique.—Structure laminaire. — Crist. dériv. du cube. — Pes. sp. 6,4.

terreux. = C. oxidé. — Co^3.
Texture et aspect terreux. — Noir bleuâtre. — Colorant le verre en bleu.
Pes. sp. 2,4.

violet. = C. arseniaté et eau. — $Co^3\ As^5 + 6\ Aq$.
Couleur violette.—Structure laminaire indiquant un prisme hexaèdre, ou texture terreuse.

sulfaté. = C. sulfaté.
Dissoluble.—Saveur styptique.—Couleur rosâtre.

Nickel.

sulfuré. = $Ni\ S^2$.
En cristaux capillaires.

arsenical. = N. arseniuré. — Ni As.
Eclat métallique. — Jaune rougeâtre. — Scintillant. — Odeur d'ail. — Pes. sp. 6,6.

arseniaté. = N. arseniaté. — $Ni^3 As^3 + 4 Aq$.
Terreux. — Pulvérulent. — Vert pâle.

Cuivre.

natif. = C. natif. — Cu.
Ductile. — Rougeâtre. — Crist. dériv. de l'octaèdre. Pes. sp. 8,5.

sulfuré. = C. sulfuré. = Cu S.
Crist. dériv. du prisme hexaèdre régulier — Texture grenue. — Eclat métallique. — Gris de plomb. — Raclure éclatante. — Pes. sp. 5.

pyriteux. = C. et fer sulfurés. — $2 Fe S^2 + Cu S^2$ (1).
Crist. dériv. de l'octaèdre. — Éclat métallique. Couleur jaune. — Texture grenue. — Cassure raboteuse. — Pes. sp. 4,3.

gris. = C. sulfuré, avec fer, arsenic, antimoine, etc.
Crist. dériv. d'un tétraèdre régulier. — Eclat métallique. — Couleur gris d'acier. — Texture grenue. — Pes. sp. 4,8.

rouge. = C. oxidulé. — Cu.
Crist. dériv. de l'octaèdre. — Couleur rouge purpurine. — Eclat métalloïde.

noir. = C. oxidé. — Cu^2.
Texture terreuse. — Couleur noirâtre. — Colorant l'ammoniaque en bleu.

azuré. = C. hydro-carbonaté bleu. — $Cu Aq + 2 Cu C^2$.
Crist. dériv. d'un prisme rhomboïdal oblique. — Pes. sp. 3,6. — Couleur bleu d'azur.
Effervescence dans l'acide nitrique.

---

(1) Bonsdorff, Dissert., 1823.

Malachite. = C. carbonaté vert et eau. — ^{2} Cu C + Aq.
Structure fibreuse. — Couleur d'un beau vert.
Crist. dériv. d'un prisme droit obliquangle?
Pes. sp. 3,5.

Dioptase. = C. silicaté-hydraté.
Crist. dériv. d'un rhomboïde obtus de 124 d. — Couleur verte. — Pes. sp. 3,3.
Rayant le verre.

Résinite. = C. silicaté-hydraté. — Cu ^{2} Si^3 + 6 Aq.
Couleur vert bleuâtre. — Crist. dériv. d'un prisme droit rhomboïdal de 103 d. — Cassure résineuse.
Pes. sp. 2,7.

sulfaté. = C. sulfaté et eau. — Cu^2 S^3 + 5 Aq.
Crist. dériv. d'un parallélipipède obliquangle.
Couleur bleue. — Dissoluble. — Saveur styptique.

phosphaté. = C. phosphaté. — Cu^4 P 5.
Crist. dériv. d'un octaèdre rectangulaire.
Pes. sp. 4. — Vert foncé. — Fusible en scorie brune.

Atacamite. = C. muriaté et eau. — Cu^2 M + 2 Aq.
Crist. dériv. d'un octaèdre? — Struct. laminaire.
Couleur d'un vert pur foncé. — Colorant la flamme.

arseniaté. = C. arseniaté et eau, etc.
Struct. laminaire. — Crist. dériv. d'un octaèdre? obtus. — Odeur d'ail. — Vert bleuâtre, etc.
Pes. sp. de 2,5 à 4.

Urane.

noir. = U. oxidulé. — U.
Couleur noire. — Texture subgrenue. — Eclat presque résineux. — Pes. sp. 6,5.

phosphaté. = U. phosphaté et eau.
jaunâtre.
verdâtre.
Crist. dériv. d'un prisme droit symétrique.
Struct. laminaire. — Pes. sp. 3. — Couleur jaune passant au vert.

Zinc.

Blende. = Z. sulfuré. — $Zn\ S^2$.
Crist. dériv. d'un dodécaèdre rhomboïdal subdivisible en octaèdre, tétraèdre et rhomboïde obtus de 109d ½. — Structure laminaire.
Pes. sp. 4,16. — Couleur jaunâtre.

silicaté. = Z. silicaté avec eau. — $Zn\ Si + Aq$.
Crist. dériv. d'un octaèdre rectangulaire de 120d.
Aspect lithoïde. — Pes. sp. 3,5. — Gelée dans l'acide nitrique.

rouge. = Z. oxidé manganésifère. — $Zn^2\ Mg^2$.
D'un rouge orangé. — Pes. sp. 6,2.

Calamine. = Z. carbonaté. — $Zn\ C^2$.
Crist. dériv. d'un rhomboïde obtus. — Pes. sp. 4,3.
Aspect lithoïde. — Dissoluble avec effervescence dans l'acide sulfurique.

C. hydraté. = Z. hydro-carbonaté.

Gahnite. = Z. aluminaté. — $Zn^2\ Al^3$.
Crist. octaèdre. — Raye le quarz. — Infusible. — Pes. sp. 4,7.

Étain.

pyriteux. = E. et cuivre sulfurés.
Eclat métallique. — Couleur jaune de bronze.
Pes. sp. 4,3. — Structure sublaminaire.

oxidé. = E. oxidé. — Sn^4.
Crist. dériv. d'un octaèdre symétrique. — Pes. sp. 6,9. — Aspect lithoïde. — Dur. — Difficile à fondre.

Bismuth.

natif. = B. natif. — B.

sulfuré. = B. sulfuré. — $Bi\ S^2$.
Structure laminaire conduisant au prisme rhomboïdal. — Fusible. — Couleur gris de plomb.
Pes. sp. 6,4.

oxidé. = B. oxidé. — Bi^3.
Pulvérulent.—Couleur jaune vert.—Pes. sp. 4,3. —Facilement réductible.

Plomb.

Galène. = P. sulfuré. — PbS^2.
Crist. dériv. du cube. — Pes. sp. 7,6.
Struct. laminaire. — Clivage parfait. — Couleur grise. —Éclat métallique.

Minium. = P. oxidé rouge. — Pb^3.
Rouge pulvérulent. — Réductible facilement en plomb.

Massicot. — P. oxidé jaune. — Pb^2.
Jaune pulvérulent. — Réductible facilement en plomb.

Gomme. = P. aluminaté et eau. — $Pb^2Al^3 + 3Aq$.
Jaunâtre. — Aspect gommeux. — Texture compacte. —Plus dur que le fluore.

blanc. = P. carbonaté. — PbC^2.
Crist. dériv. d'un octaèdre rectangulaire. — Pes. sp. 6,5.
Aspect lithoïde. — Eclat diamantaire. — Effervescent. —Noircissant par le soufre.

vitreux. = P. sulfaté. — PbS^3.
Crist. deriv. d'un octaèdre rectangulaire. — Pes. sp. 6,3. — Aspect lithoïde. — Cassure et éclat vitreux. —Non effervescent.

phosphaté. = P. phosphaté. — Pb^2P^5.
Crist. prism. dér. d'un rhomboïde obtus de 111d. Pes. sp. 6,9. — Aspect lithoïde. — Eclat gras. Fusible sans réduction. —Couleurs variées.

arseniaté. = P. arseniaté. — $PbAs^5$.
Crist. prism. dériv. d'un rhomboïde obtus.
Pes. sp. 5. — Aspect lithoïde. — Couleur jaune verdâtre. — Odeur arsenicale par le feu.

rouge. = P. chromaté. — $Pb^2 Ch^6$.
Crist. dériv. d'un prisme rhomboïdal oblique.
Texture vitreuse. — Pes. sp. 6. — Couleur rouge orangé. — Colore en vert le verre de borax.

jaune. = P. molybdaté. — $Pb Mo^3$.
Crist. dériv. d'un octaèdre symétrique.
Pes. sp. 5,6. — Couleur jaune. — Donnant au verre une couleur bleuâtre.

Argent.

natif. = A. natif. — Ag.
Blanc. — Malléable. — Crist. dériv. de l'octaèdre.
Pes. sp. 10,4.

antimonial. = A. stibiuré. — $Ag 2Sb$.
Blanc. — Eclat métallique. — Structure laminaire, conduisant au rhomboïde; fragile.
Pes. sp. 9,4.

sulfuré. = A. sulfuré. — $Ag S^2$.
Crist. dériv. du cube. — Pes. sp. 6,9.
Malléable. — Fusible. — Couleur gris de plomb.

rouge. = A. et antimoine sulfurés. — $2Sb S^3 + 3 Ag S^2$.
Crist. dériv. d'un rhomboïde de 109 d ½.
Pes. sp. 5,6. — Eclat diamantaire ou métalloïde. — Poussière rouge. — Texture vitreuse.

muriaté. = A. muriaté. — $Ag M^2$.
Translucide. — Cassure écailleuse. — Eclat diamantaire. — Mou. — Pes. sp. 4,7. — Réductible par le feu.

Mercure.

natif. = M. natif. — Hg.
Blanc, métallique. — Liquide.

argental. = M. argental. — $Ag Hg^2$.
Crist. dodécaèdres. — Pes. sp. 14.
Blanc d'argent. — Fragile.

Cinnabre. = M. sulfuré. — $Hg\,S^2$.
Crist. dériv. d'un rhomboïde aigu de 71 d ½.
Pes. sp. 10,2. — Couleur rouge pur. — Volatil.

muriaté. = M. muriaté. — $Hg\,M^9$.
Gris. — Eclat diamantaire. — Fragile. — Entièrement volatil.

ORDRE II. — MÉTAUX ELECTRO-NÉGATIFS.

Palladium.

natif. = P. natif.
Blanc-métallique, argentin.

Or.

natif. = O. natif. — Au.

Electrum. = O. argentifère. — $Ag\,Au^2$.

Platine.

natif. = P. natif. — Pt.

Titane.

Ruthile. = T. oxidé. — T^4.
Crist. dériv. d'un prisme droit à base carrée.
Pes. sp. 4. — Infusible. — Couleur rougeâtre.

Anatase. = T. oxidulé ?
Crist. octaèdres à triangles isocèles. — Struct. laminaire. — Pes. sp. 3,8. — Raye le verre.
Infusible.

Tantale.

Tantalite. = T. oxidé-ferro-manganésifère. — $Mn\,Ta + Fe\,Ta$.
Brun. — Raye le verre. — Pes. sp. 8.

Antimoine.

natif. = A. natif. — Sb.
Blanc. — Structure laminaire.

sulfuré. = A. sulfuré. — $Sb\,S^3$.
Crist. en prismes alongés dériv. d'un octaèdre rhomboïdal. — Clivage incomplet. — Parallèle aux pans des prismes. — Pes. sp. 4,5.
Très-fusible. — Couleur noire. — Eclat métallique.

Bournonite. = A. sulfuré plombo-cuprifère. — $Pb\,S^2 + Cu\,S + Sb\,S^3$.
Crist. dériv. d'un prisme droit à base carrée. — Pes. sp. 5,7. — Couleur gris d'acier. — Eclat métallique. — Fusible.

blanc. = A. oxidé. — Sb^3.
Blanc. — Structure laminaire. — Pes. sp. 5,6.
Fusible. — Volatil.

mordoré. = A. oxisulfuré. — $Sb^3 + 2\,Sb\,S^3$.
Crist. prism. aciculaires. — Pes. sp. 4,6.
Couleur rougeâtre, mordoré. — Fusible. — Volatil avec odeur de soufre.

Schéelin.

Wolfram. = S. ferruginé-manganésifère. — $Mn\,W^3 + 3\,Fe\,W^3$.
Crist. dériv. d'un prisme droit à base rectangulaire. — Pes. sp. 7,3. — Structure laminaire.
Couleur noire. — Eclat métallique. — Infusible.

Molybdène.

sulfuré. = M. sulfuré. — $Mo\,S^2$.
Crist. laminaires dériv. d'un prisme hexaèdre régulier. — Lames flexibles, onctueuses au toucher. — Pes. sp. 4,7.
Couleur noir bleuâtre. — Eclat métallique.

oxidé. = M. acide molybdique. — Mo^5.
Pulvérulent. — Jaunâtre.

Chrôme.

oxidé. = Ch. oxidé silicifère. — Ch^3.
Pulvérulent. — Pes. sp. 1,6.
Couleur verte.

DEUXIÈME DIVISION.

Minéraux dont les molécules de premier ordre sont composées de plus de deux élémens à la manière des corps organiques, et qui paroissent tirer leur origine de ces corps.

LES SELS.

Ammoniaque.

muriatée.
sulfatée.

Alumine.

Mellite. = Mellate d'alumine hydraté.
Couleur jaune de miel. — Translucide. — Crist. dérivant d'un octaèdre de $93^d\ 22'$, à triangles isocèles. — Pes. sp. 1,6. — Réfraction double.

LES BITUMES.

Succin. Couleur jaunâtre. — Transparent. — Acide succinique. — Texture vitreuse. — Electricité puissante par frottement. — Pes. sp. 1,07.

Retinasphalte. Couleur jaune brunâtre. — Opaque. — Combustion facile avec odeur fragrante et fumée.
Pes. sp. 1,1.

Bitume? — Liquide, mou ou solide et liquéfiable par le feu. — Combustible avec fumée, sans résidu. Pes. sp. 1,2.

Houille. — Noir. — Solide. — Combustible avec fumée, Odeur bitumineuse et résidu. — Non liquéfiable. — Pes. sp. 1,3.

LES CHARBONS.

Anthracite. — Noir. — Eclat métalloïde. — Difficilement combustible sans fumée ni odeur bitumineuse. Pes. sp. 1,8.

Lignite. — Noir ou brun. — Combustible sans boursouflement avec fumée, odeur piquante et résidu. Pes. sp. 1,1 à 1,5.

APPENDICE.

Minéraux non classés, c'est-à-dire dont la composition ou la forme ne sont pas encore assez exactement connues pour être employées comme caractères spécifiques.

Tels sont :

Jamesonite. — = Andalousite et macle. — Potasse, alumine, magnésie et fer silicatés.
Crist. en prismes quadrangulaires droits, dériv. d'un octaèdre rectangulaire de 91°, 50° et 120°, avec écorce et linéamens noirs. — Rayant le verre. — Pes. sp. 2,9.

Tels sont encore les minéraux nommés :

Abrasite et Gismondin. — Amblygonite. — Breislakite. — Bucholzite. — Childrenite. — Croustedtite. — Ekebergite. — Eu-

dialite. — Erlan. — Euchroïte. — Fibrolite. — Gabbronite. — Gieseckite. — Indianite. — Killinite. — Omphacite. — Otrelite. Picotite. — Sommerwillite. — Sordawalite. — Waguerite, etc. (1)

TROISIÈME DIVISION.

ROCHES D'APPARENCE HOMOGÈNE ou minéraux en masses qui ne peuvent se rapporter exactement à aucune espèce minerale.

ORDRE I. — ROCHES TENDRES.

Kaolin.	= Alumine, silice et eau. Aspect terreux. — Friable. — Blanc. — Faisant une pâte courte avec l'eau. — Infusible.
Argile.	= Alumine, silice et eau. Solide. — Tendre. — Faisant pâte avec l'eau. Non effervescente.
Cimolithe.	Rude au toucher.
plastique.	Douce au toucher. — Pâte tenace avec l'eau.
smectique.	Douce au toucher. — Très-désaggrégeable dans l'eau. — Pâte courte.
Lithomarge.	Solide. — Texture massive. — Faisant très-difficilement pâte avec l'eau.
schisteuse.	Solide. — Structure feuilletée. — Pâte courte avec l'eau.

(1) On a omis dans ce tableau un grand nombre de minéraux dont le classement ne pouvoit être déterminé sans une discussion dans laquelle il n'étoit pas possible d'entrer. On n'a pas prétendu donner ici un tableau complet des espèces minérales, mais seulement un exemple de classification pris sur les espèces très-connues, ou sur celles dont la place dans la méthode peut être établie presque sans hésitation ou discussion.

Marne.	= Argile et calcaire. Solide ou friable. — Pâte avec l'eau. — Effervescente.
Ocre.	= Argile et oxide de fer. Couleurs diverses. — Délayable dans l'eau. Pâte courte.
Schiste.	Solide. — Structure feuilletée, ne se délayant pas dans l'eau.
Ampélite.	Solide. — Noir tachant. — Structure feuilletée.
Wake.	Texture terreuse, massive. — Tendre. — Facile à casser. — Fusible en émail noir.
Cornéenne.	Texture terreuse, massive. — Solide. — Demi-dure. — Difficile à casser. — Fusible en émail noir.
Argillolite.	Texture terreuse, lâche. — Massive. — Rude au toucher. — Presque infusible.

ORDRE II. — ROCHES DURES, *rayant le verre.*

Trapp.	Texture grenue. — Structure fragmentaire. — Fusible en émail noir.
Basalte.	Noir. — Texture grenue. — Structure sublamellaire, massive. — Difficile à casser. — Fusible en émail noir.
Phtanite.	Noir. — Texture compacte. — Cassure à surface terne. — Structure souvent schistoïde. — Plus dur que l'acier. — Infusible.
Petrosilex.	Texture compacte, fine. — Translucide. — Cassure écailleuse. — Plus dur que l'acier. — Fusible en émail blanc.
Obsidienne.	Texture vitreuse. — Translucide. — Cassure vitreuse. — Plus dure que le verre. — Fusible en émail gris.
Ponce.	Texture poreuse. — Rude au toucher. — Fusible en scories blanchâtres ou grisâtres.

Thermantide. Texture compacte. — Cassure à surface luisante. Structure schistoïde.—Couleur grise, jaunâtre ou rougeâtre. — Infusible.

Tripoli. Texture terreuse, fine, poreuse. — Poussière dure. — Structure schistoïde. — Infusible. — Couleur du jaunâtre au rougeâtre. — Silice, 90.

DEUXIÈME SÉRIE.

ROCHES HÉTÉROGÈNES. Mélanges naturels, fréquens, constans et en masses étendues, d'espèces minérales de la première série

Considérées minéralogiquement, c'est-à-dire indépendamment de leur situation géologique; tels que

Granite.
Gneiss.
Porphyre.
Phyllade.
Psammite, etc., etc.

On donnera au mot ROCHE le tableau de toutes les sortes et de leurs caractères principaux.

DEUXIÈME CONSIDÉRATION.

MINÉRALOGIE GÉOGNOSTIQUE.

Cette considération, comme celles qui vont suivre, a pour objet les rapports de la minéralogie avec différens genres de connoissances. Elle agrandit le domaine de cette science, en le faisant pénétrer dans celui qui appartient à ces connoissances: mais elle ne les confond pas, et rend au contraire la culture de chacun d'eux plus fertile en résultats propres à intéresser l'esprit ou à augmenter notre aisance physique.

La *minéralogie géognostique* est également une partie et de la géognosie et de l'histoire naturelle des minéraux. Dans la géognosie, on considère la terre principalement dans son ensemble, dans sa structure, dans la position respective des grandes masses qui forment son écorce, et dans les grands phénomènes qu'elles présentent; la *minéralogie géognostique* considère les choses plus en détail, plus spécialement, c'est la *connoissance* de la place habituelle des espèces et variétés minéralogiques dans les différentes parties de l'écorce du globe, de leur manière de se présenter en général et dans chacune de ces parties, et même des associations les plus habituelles des espèces minérales.

Dans la géognosie on prend, pour ainsi dire, chaque terrain et chaque couche pour en faire l'histoire: on y indique les espèces minérales qu'ils renferment. Dans la minéralogie géognostique on prend au contraire chaque espèce minérale l'une après l'autre: on recherche à quelle époque elle a paru pour la première fois dans la succession des couches du globe; à combien d'époques elle s'est formée, quand elle a cessé de paroître, etc.

Dans la géognosie, il est principalement question de terrains, de couches, de roches, enfin de grands amas de substances minérales; dans la minéralogie géognostique, on doit au contraire s'arrêter au moment où les minéraux se présentent en assez grandes masses pour constituer des terrains ou même des roches.

Cette distinction entre la géognosie et la minéralogie géo-

gnostique étant bien établie, nous allons donner le tableau des généralités que présente cette partie de la minéralogie, et des différentes questions qu'elle doit faire naître relativement à chaque espèce minérale.

§. I. *Époque de formation des espèces minérales.*

Il y a des espèces minérales qui paroissent ne s'être montrées qu'à certaines époques de la formation de la croûte du globe; d'autres qui semblent appartenir à toutes ces époques, mais qui présentent cependant dans chacune d'elles des variétés particulieres. Ce sont des circonstances très-curieuses, très-importantes même à beaucoup d'égards, auxquelles il faut faire attention dans l'histoire de chaque espèce minérale.

Je me bornerai à donner *dans le tableau suivant* quelques exemples de cette considération géognostique. Ce n'est ici le lieu, ni de les développer, ni de chercher à les rendre complets.

On verra dans ce tableau que l'étain, le béryl ne se sont montrés en place que dans les terrains les plus anciens; que la mésotype, l'analcime n'ont commencé à paroître, avec abondance au moins, qu'à l'époque de la formation trappéenne, qui est un des terrains les plus nouveaux; que le phosphorite a paru dans tous les temps, mais à l'état d'apatite dans les anciens terrains, à celui de phosphorite terreux dans les terrains moyens, et à celui de chrysolite dans les terrains nouveaux. On verra au gypse, au fer, au manganèse, etc., la même continuité de formation, mais des différences plus grandes encore dans les combinaisons ou les états sous lesquels ils ont paru dans chaque formation.

On remarquera encore dans ce tableau que telle espèce qui ne se montre isolée que dans les terrains nouveaux, avoit déjà paru, mais toujours combinée dans les terrains anciens, tels sont l'acide borique et le soufre.

I. *Espèces minérales qui ne se sont montrées que dans les terrains primordiaux.*

Tellure (combiné).
Acide borique (combiné),
Corindon.
Topaze.
Grenats?
Béryl.
Apatite.
Epidote.
Axinite.
Tourmaline.
Felspath commun.
Fer arsenical, fer oxidulé, fer carbonaté spathique.
Cuivre sulfuré.
Urane.
Étain (dans sa place originaire).
Or? (dans sa place originaire).
Schéelin (mais combiné).
Molybdène (combiné).
Chrôme (combiné).

II. *Espèces minérales qui sont particulières aux terrains de sédimens inférieurs et moyens.*

Serpentine.
Soufre (isolé).
Karstenite.
Calcaire compacte.
Baritite, etc.
Cuivre azuré, phosphaté, etc.
Plomb (presque toutes les espèces).
Mercure (presque toutes les espèces).
Zinc calamine.

III. *Espèces minérales qui appartiennent plus spécialement aux terrains nouveaux, c'est-à-dire aux terrains de sédimens supérieurs, aux terrains trappéens et aux terrains pyrogènes de la même époque.*

Phosphorite chrysolite.
Soufre (isolé).
Acide borique (isolé).
Silex corné et pyromaque.
Argile plastique.
Calcaire compacte.
Pyroxène augite.
Stilbite.
Analcime.
Amphigène.
Mésotype.
Strontianite.

IV. *Espèces minérales qui se trouvent dans les terrains de toutes les époques.*

Quarz hyalin.
Gypse.
Calcaire spathique.
Fluore.
Titane.
Amphibole.
Mica.
Manganèse.
Fer.
Zinc.

§. II. *Mode de formation.*

Cette considération a pour objet la manière dont l'espèce minérale a été formée, et les circonstances dans lesquelles elle s'est formée, c'est-à-dire de rechercher si c'est par voie, 1.° de dissolution et de cristallisation; 2.° de fusion ignée; 3.° de sédiment mécanique.

1.° *Par cristallisation*, au milieu d'un liquide aqueux, c'est-à-dire analogue à une dissolution où l'eau devoit être le principe dominant, comme paroissent l'indiquer les minéraux qui renferment une certaine quantité d'eau engagée au milieu d'eux ou combinée avec eux, tels sont le quarz hyalin, le gypse, la stilbite, la mésotype, le cuivre azuré, le manganèse et le fer oxidés hydratés, etc.

Toujours par cristallisation, mais sans que rien indique la présence d'un liquide aqueux, tels sont les grenats, le spinelle, l'amphibole, et même dans des circonstances qui indiquent que le minéral a été ou fondu par l'action du feu, comme c'est le cas du pyroxène augite, des micas, des amphiboles, ou sublimé soit par l'action de cet agent seul, comme le fer oligiste, le soufre soit par la puissance réunie de la chaleur et de l'eau, comme l'acide borique.

2.° *Par voie de fusion vitreuse*, sans cristallisation ou avec des parties cristallines : l'obsidienne vitreuse et perlée. Les grenats, idocrases, pyroxènes, etc., de la Norwège et de la Finlande semblent indiquer ce mode de formation, ou au moins inviter les minéralogistes à rechercher quelles causes ont pu donner à ces minéraux l'aspect de fusion qu'ils présentent.

3.° *Par voie de sédiment* ou de dépôt homogène, mais en grande partie mécanique. Aucune espèce minérale bien déterminée ne peut offrir ce mode de formation, car, ce qui constitue une espèce, c'est la formation par dissolution complète par le calorique ou par un liquide, et la cristallisation. Cependant on remarquera quelques minéraux qui paroissent homogènes, par conséquent purs, et qui n'offrent ni forme, ni structure cristalline, mais une texture compacte fine, et une translucidité qui indique plutôt un dépôt mé-

canique qu'une précipitation chimique réelle. Tels sont la websterite, la magnésite, la serpentine noble, le lazulite, le jade, le rétinite, le cérite, le cobalt oxidé, le nickel oxidé, le cuivre hydraté, l'urane noir, le succin, etc.

§. III. *Manière d'être des espèces minérales dans le sein de la terre.*

Ce point de vue de la minéralogie géognostique offre un très-grand nombre de considérations assez remarquables, et qui semblent établir, parmi les espèces minérales, des dispositions particulières à certaines manières d'être qu'on pourroit comparer à ce qu'on appelle les habitudes dans les animaux. Nous y reconnoîtrons les dispositions et modifications suivantes :

Les espèces minérales se présentent ou *en masses* ou *en parties isolées*.

Certaines espèces se présentent toujours *en parties isolées*, dont le volume, quelque considérable qu'il soit, ne peut jamais être considéré comme masse ou roche. Ces espèces sont les plus nombreuses. Ce sont : le diamant, le quarz hyalin, le corindon, le béryl, le péridot, le spinelle, l'axinite, la tourmaline, le fer phosphaté, l'étain oxidé, le plomb carbonaté, l'argent natif, l'or natif, etc. etc.

D'autres se présentent indistinctement en masse, en roche et en parties isolées. Telles sont, le cuivre pyriteux, le fer oxidulé, etc., le felspath lamellaire, l'amphibole, les calcaires, les gypses, le grenat, le quarz non hyalin, etc.

D'autres ne se présentent jamais qu'en *masses*. Cette circonstance est la plus rare, et les espèces qui l'offrent sont les moins certaines. Nous y retrouvons les minéraux formés par voie de sédiment, la giobertite, la magnésite, la serpentine, la houille, etc.

En examinant maintenant sous le rapport de leur manières d'être les minéraux qui se présentent *en parties isolées*, nous y reconnoîtrons les modifications suivantes :

Implantés, comme plantés sur les parois des diverses cavités qu'on rencontre dans les roches.

Il y a quelques minéraux qu'on n'a jamais trouvés que de

cette manière : tels sont la stilbite, l'axinite, la mésotype zéolithe, l'analcime, la chabasie, l'harmotome, le fer oligiste spéculaire, le fer phosphaté cristallisé, le cuivre arseniaté, le plomb phosphaté, le titane anatase, etc.

Les minéraux sont tantôt *implantés* plus particulièrement *dans les filons*, tels sont le zinc blende, le fluore, l'épidote, etc.; tantôt plus particulièrement *dans les géodes* ou *les cavités sphéroïdales*, tels sont la chabasie, l'harmotome, la mésotype.

Disséminés, c'est-à-dire engagés en cristaux, en grains ou en rognons dans des roches, et répandus assez uniformément dans ces masses pour paroître en faire partie composante.

Un grand nombre d'espèces sont dans ce cas : nous ne citerons que celles qu'on n'a pas encore rencontrées autrement, telles sont : le tellure natif, le diamant, le silex agate, le zircon, le corindon télésie, le disthène, la pinite, la condrodite, le péridot, la diallage, l'hyperstène, le spinelle-rubis, le pétalite, la glaubérite, l'amphigène, la macle, l'allanite, le fer chromé, le platine natif, etc.

Engagés, lorsque le minéral n'étant jamais implanté, ou déposé sur les parois d'une cavité, n'est cependant pas disséminé également dans la masse d'une roche, mais ne s'y présente que par veines ou nodules : le résinite opale, la wavellite, l'argile lithomarge, l'asbeste, le talc, la cryolithe, le lazulite, le fer graphite, le cuivre natif, l'urane noir, l'étain sulfuré, le mercure sulfuré, le succin, etc.

En concrétion. Formé par voie d'infiltration ou de dépôts successifs sur les parois des cavités qu'on observe dans les grandes masses pierreuses. Certains minéraux affectent cette manière d'être, c'est même pour quelques uns presque la seule forme sous laquelle on les ait vus ; tels sont : l'hyalite, l'agate, la wavellite, le fer hématite, le cuivre malachite, le plomb gomme, etc.

D'autres affectent souvent cette manière d'être, quoiqu'ils se présentent aussi sous d'autres aspects : ce sont le phosphorite terreux, le calcaire spathique, la prehnite, l'analcime, le manganese brun, l'urane noir, etc., tandis que d'autres especes minérales qui présentent, avec les précédentes, des analogies remarquables dans leur mode de formation, ne se

montrent jamais ou presque jamais sous forme de concrétion, tels sont le gypse, le fluore, la célestine, le felspath, la stéatite, le fer carbonaté, le cuivre azuré, etc.

Enfin certains minéraux paroissent ne se présenter qu'en *enduits* peu épais ou en *efflorescence* sur des roches d'une nature souvent très-différente de celle du minéral qui les recouvre. On peut citer comme exemple de cette manière d'être le cobalt noir ou oxidé, le cobalt violet ou arseniaté, le quarz hyalite, le nitre, l'epsomite, la pharmacolite, le nickel sulfuré, le nickel oxidé, le bismuth oxidé, le plomb oxidé rouge, etc.

§. IV. *Altération des minéraux.*

L'altération que les minéraux sont susceptibles d'avoir éprouvé depuis leur première formation, les causes et les circonstances de cette altération, sont aussi du domaine de la minéralogie géognostique.

Ces altérations peuvent être rangées sous trois considérations : *A*, *l'altération physique*, et *B*, *l'altération mécanique ou désaggrégation* sans décomposition notable, et *C*, *l'altération chimique ou décomposition*, avec ou sans désaggrégation.

A. L'altération que certaines espèces minérales ont éprouvée dans leurs formes, paroît due à deux causes très-différentes, tantôt à une sorte de *corrosion*, comme si ces corps avoient été plongés dans une liqueur dissolvante, tantôt à un commencement *de fusion*, qui les auroit ramollis, et en auroit arrondi les angles et les arêtes.

Le premier cas, celui de la *corrosion*, se montre à la surface de corps indestructibles par les agens naturels connus : telles sont les corrosions en forme de canaux, que présentent à leur surface certains calcaires compactes, certains cristaux de quarz, des cailloux roulés même qui conservent des parties saillantes qu'un arrondissement par froissement mécanique n'auroit pu laisser.

Le second cas, celui de la *fusion*, n'appartient pas toujours aux espèces les plus fusibles, mais plutôt aux minéraux de certaines localités. Ainsi en Italie près du Vésuve, au Groënland, en Norvège, en Finlande, les amphigènes, les phosphorites

bleus, les grenats, les épidotes, les amphiboles, les pyroxènes, présentent très-fréquemment ce mode d'altération.

B. La simple désaggrégation, c'est-à-dire la séparation des parties et leur réduction en grains ou en poussière, est le second *mode d'altération*, dans lequel l'aggrégation seule est en partie détruite, tandis que la composition reste sensiblement la même. Les minéraux susceptibles de ce genre d'altération sont peu nombreux. Le réalgar, le grès, le silex résinite, la wavellite, la calaïte, la pinite, la marne, les schistes argileux, la karstenite, la dolomie, le rétinite, l'amphigène, l'antimoine sulfuré, la houille, le lignite, font voir par leur état opaque, poreux, et même pulvérulent, qu'ils ont éprouvé plus ou moins complètement ce mode d'altération.

C. L'altération chimique, c'est-à-dire celle d'où résulte des changemens plus ou moins notables dans la composition des minéraux, est plus variée, plus fréquente et plus intéressante à beaucoup d'égards.

On peut y reconnoître trois modifications principales :

1.° La perte de l'eau de cristallisation, d'où résultent opacité et désaggrégation ; poussée à ce dernier terme, elle se nomme *efflorescence*.

Nous donnerons pour exemple de cette sorte d'altération chimique : l'epsomite, la brucite, la laumonite, le natron, le reussin (soude sulfatée), le borax, la sodalite, le fer phosphaté, le cuivre sulfaté.

2.° La perte ou le changement d'un des principes constituans ; c'est un des cas les plus fréquens :

Le péridot vert transparent — en péridot rouge ou métalloïde opaque.

L'amphibole lamellaire — en cornéenne.

Le pyroxène augite, noir, vitreux — en pyroxène jaunâtre, ocreux, terreux.

La paranthine vitreuse, verdâtre — en paranthine terreuse, rougeâtre.

La glauberite jaunâtre, vitreuse — en glauberite pulvérulente, blanche par la perte du sulfate de soude.

La sodalite, le rétinite, l'amphigène, le felspath, deviennent terreux par la perte plus ou moins complète de leur alcali.

Le manganèse métalloïde passe au brun, le fer oxidulé au rougeâtre, le fer carbonaté au brun opaque, le fer arseniaté au jaune, le cuivre rouge au vert, le cuivre azuré à la malachite, le cuivre arseniaté au gris terreux concrétionné par changement dans le degré d'oxidation des métaux.

Enfin l'ampélite se désaggrége par la formation des sulfates de fer et d'alumine, le fer sulfuré blanc, le cuivre pyriteux passe à l'oxide brun rouge de fer, les plombs carbonaté et phosphaté au plomb sulfuré, l'argent et le mercure muriatés à l'état métallique par des décompositions presque complètes qui se sont opérées dans le lieu même où ces minéraux se sont formés.

3.° L'addition d'un principe nouveau ; ce cas est beaucoup plus rare et ne se présente guère que dans la karstenite passant au gypse par l'addition de l'eau, de l'argent natif à celui d'argent sulfuré ou d'argent muriaté, de l'antimoine sulfuré à l'état d'antimoine oxisulfuré, et des sulfures qui ont la propriété de passer à l'état de sulfate par l'addition du soufre, de l'acide muriatique ou de l'oxigène.

§. V. *Associations minéralogiques.*

On ne peut mettre quelque attention dans l'examen des gros échantillons de minéraux, surtout de ceux qui présentent la réunion de plusieurs espèces, sans remarquer que certaines espèces sont très-communément réunies sur le même échantillon ou adhérentes sur les mêmes sortes de roches, quoiqu'il n'y ait entre ces espèces et ces roches aucune analogie. C'est ce que l'on entend par *association minéralogique;* c'est une des considérations les plus curieuses de la minéralogie géognostique.

Nous ne pouvons ni ne devons entrer dans l'étude de cette considération, elle formera une des parties de l'histoire naturelle de chaque espèce minérale. C'est donc d'une manière générale que nous devons l'envisager ici.

Nous ferons remarquer : 1.° que certaines espèces semblent affecter pour gissement certaines sortes de roches, et qu'on l'observe ainsi presque constamment dans les deux hémisphères. Le chlore ou acide muriatique est presque toujours dans des

trachites, le soufre dans des marnes argileuses, les silex dans des calcaires ou plutôt presqu'aucun calcaire n'est exempt de quarz dans un de ses différens états. Le quarz agate est aussi commun dans les terrains pyrogènes anciens composés de basanite, de cornéenne, etc., qu'il est rare dans les terrains pyrogènes modernes, composés de tephrinite poreuse, etc.; la staurotide et la macle sont partout dans des schistes argileux ou dans des micachistes, l'asbeste, la diallage dans la serpentine, la stilbite, la mésotype, l'analcime, la chabasie, ne se trouvent guère que dans des cornéennes ou des basanites, le sphène dans la diabase et la syenite et le titane ruthile dans le gneiss et le granite.

2.° Les exemples des associations entre minéraux sont encore plus nombreux et peut-être plus remarquables. La théorie des bases équivalentes et des combinaisons isomorphes qui en résultent, pourra peut-être expliquer un jour plusieurs de ces associations qui ne sont jusqu'à présent que des faits isolés, mais très-importans à recueillir avec exactitude. Nous ne ferons remarquer ici que les associations suivantes, comme étant les plus fréquentes et les plus constantes :

Le soufre avec le gypse et la célestine.

Le phosphorite avec le fluore et le chlore.

L'arsenic et le cobalt.

Le tellure et l'or.

L'acide borique et la boracite avec le gypse et le soufre.

La topaze avec le phosphorite, ce qui semble une conséquence de l'association des acides fluorique et phosphorique.

Le béryl aigue-marine avec le quarz, et le béryl émeraude avec le phyllade ou le schiste, c'est-à-dire avec une roche argileuse.

Le selmarin avec le gypse, la marne argileuse et le bitume.

Le fluore avec la baritite, le calcaire spathique et le quarz.

L'arragonite avec le fer, les roches argilo-ferrugineuses et le gypse.

La galène et la blende avec la baritite et le fluore.

Le manganèse et le fer.

Le zinc et le fer.

Les minerais de cuivre avec le fer, mais presque toujours sans manganèse.

L'étain et les minérais de schéelin.
Les sulfures de plomb et de zinc.
La galène et l'argent, le titane et le fer oxidé.
Le mercure seul ou avec le fer et l'argent, mais rarement.

TROISIÈME CONSIDÉRATION.

MINÉRALOGIE HISTORIQUE.

On étudie dans ce genre de considérations les minéraux, uniquement sous le point de vue de leur histoire littéraire, et de tout ce qui est lié dans cette histoire avec les progrès des connoissances humaines dans les sciences physiques.

Par conséquent on examine ce que savoient les anciens sur les différens minéraux, quelles propriétés ils leur attribuoient, quelles qualités ils y reconnoissoient; on recherche à quelles espèces minérales actuellement connues, on peut appliquer les noms et les caractères sous lesquels ils désignoient certains minéraux. On cherche à fixer l'époque à laquelle une espèce a été découverte, ou clairement distinguée, et à établir sa synonymie, c'est-à-dire la concordance des différens noms qu'on lui a successivement donnés.

Les considérations purement historiques, littéraires et critiques, qui n'ont plus que des relations indirectes avec l'histoire naturelle des minéraux, mais qui constituent ce qu'on pourroit appeler leur histoire civile, divisent naturellement la minéralogie historique en 1.° histoire ancienne des minéraux, 2.° histoire moderne et 3.° histoire critique. C'est sous ces trois points de vue qu'on doit présenter la partie historique de chaque espèce minérale.

1. Les progrès des sciences physiques ont donné, pour la connoissance de l'histoire ancienne des minéraux, des secours d'un nouveau genre, et la lumière que ces progrès ont jetée sur les ouvrages de l'antiquité, est surtout remarquable pour la minéralogie. On a trouvé dans les ouvrages des anciens des choses qu'on n'y soupçonnoit pas. Des passages de ces antiques livres, traités de fables, sont devenus par là des vérités exposées avec une clarté qui a frappé dès qu'on a pu les regarder dans leur véritable jour.

Les auteurs anciens n'ont presque jamais décrit les corps dont ils faisoient l'histoire. Il faut deviner par mille artifices de quel objet ils ont voulu parler. Quelques figures empreintes sur les médailles ou sur les monumens, aident à reconnoître quelques uns des végétaux et des animaux dont ils ont fait mention, mais les minéralogistes sont privés de tout secours de ce genre. C'est dans la science elle-même, c'est dans ses progrès qu'ils doivent trouver les moyens de faire pénétrer l'esprit dans cette obscure contrée; aucun manuscrit, aucune incription, aucun monument nouveau propres à éclaircir ces questions n'ont été découverts depuis long-temps, aussi les dissertations sont-elles moins nombreuses, et beaucoup moins longues, mais elles sont plus savantes. On est arrivé à la connoissance des anciens par une route qui peut paroître assez étrange; ce n'est plus en les étudiant qu'on est parvenu à les mieux connoître; l'érudition en ce genre est à peu près épuisée; c'est en étudiant la nature, c'est en acquérant la connoissance d'un plus grand nombre de corps, c'est en approfondissant toutes leurs propriétés, en examinant toutes les particularités de leur position géographique et géologique, qu'on est parvenu, sans nouvelles figures, à retrouver dans celles qui nous sont restées, la représentation souvent fort exacte d'espèces qu'on connoît maintenant, mais qu'on ne connoissoit pas encore, ou qu'on connoissoit mal, quand on a voulu pour la première fois expliquer ce que ces figures représentoient. Un naturaliste savant et précis peut donner actuellement l'énumération d'un grand nombre d'animaux et de végétaux décrits par les anciens, et la rendre plus sûre et plus complète que ne le pouvoit faire l'érudit le plus profond du dernier siècle.

Les minéralogistes, quoique privés d'un pareil secours sont également arrivés à ce but; ils se sont aidés de toutes les connoissances acquises sur les propriétés physiques des minéraux, sur leur électricité, sur leur forme même, et principalement sur la nature géologique des pays dont les anciens les tiroient. C'est par ces moyens qu'on a pu rapporter avec plus de vraisemblance la pierre nommée *Lyncurius* par Pline à la topaze d'après ses propriétés électriques; c'est ainsi que la géologie est venue à l'aide de la géographie ancienne pour assurer

l'exactitude de la désignation du pays dans lequel les anciens trouvoient les émeraudes, depuis que la nature primitive de ce pays a été reconnue par la découverte qu'en vient de faire un de nos plus savans et de nos plus intrépides voyageurs.

Ce n'est pas en commentant de nouveau Hérodote, en modifiant son texte, en torturant ses expressions de mille manières, qu'on est arrivé à reconnoître que presque tous les faits rapportés par ce père de l'histoire, même ceux qui paroissoient le plus invraisemblables, avoient un fonds de vérité qui se découvre à mesure que nos connoissances s'approfondissent; mais c'est en visitant les lieux qu'il a décrits, en reconnoissant la nature du terrain où ces lieux sont situés, qu'on est parvenu à découvrir la vérité de la plupart de ses récits; et pour appuyer ces assertions de quelques faits, je citerai un des plus incroyables, celui des fameuses mines d'or des montagnes septentrionales de l'Inde, exploitées par de prétendus fourmis grosses comme des renards : ce récit commence à ne plus être regardé comme une fable absurde depuis que des voyageurs modernes ont reconnu dans le petit Thibet des terrains aurifères mis à découvert par les terriers que creusent de petits quadrupèdes auxquels on aura pu, soit par comparaison, soit par quelque ressemblance ou quelqu'altération de nom, appliquer le nom de fourmi.

Cette fontaine dans laquelle se lavoient les Ethiopiens pour acquérir une longue vie, et qui rendoit leurs corps luisans comme s'ils avoient été frottés d'huile, qui répandoit une odeur de violette, et dont l'eau étoit si subtile que les bois les plus légers s'y enfonçoient, passoit pour une fable invraisemblable; nous ne prétendons pas en avoir trouvé l'explication, mais au moins on peut, à l'aide des connoissances nouvelles de minéralogie et de géologie, en admettre la possibilité et reconnoître dans cette eau, le bitume léger et odoriférant qu'on appelle naphte, bitume qui se trouve souvent dans le voisinage des terrains propres au sel gemme, qui donne même aux salines une odeur de violette reconnoissable dans la plupart des usines où l'on évapore des eaux salées. La présence du sel gemme dans le même canton ajoute à cette présomption un degré de vraisemblance qu'elle doit aux règles de la géologie si nouvellement reconnues.

Nous pourrions multiplier beaucoup les citations de ce genre, et faire voir comment un traité de l'histoire naturelle des anciens prouveroit même pour les minéraux, non seulement les progrès des sciences physiques chez les modernes, mais encore que, si pour bien connoître la nature, il faut en observer soigneusement tous les phénomènes, de même pour entendre plus sûrement les livres qui en traitent, ce ne sont pas uniquement ces livres, mais c'est encore la nature qu'il faut étudier.

2. L'histoire moderne est relative à l'époque de la découverte du minéral, de sa spécification; elle doit faire connoître dans leur ordre chronologique les personnes et les livres qui en ont traité.

3. L'histoire critique et littéraire renferme tout ce qui est relatif aux différentes opinions qui ont été émises sur la nature d'un minéral et ses propriétés, sa formation, sa détermination spécifique, et son placement dans la méthode; elle doit présenter enfin tout ce qui est relatif aux efforts que les savans ont faits pour établir sur différentes bases l'histoire naturelle d'un minéral.

QUATRIÈME CONSIDÉRATION.

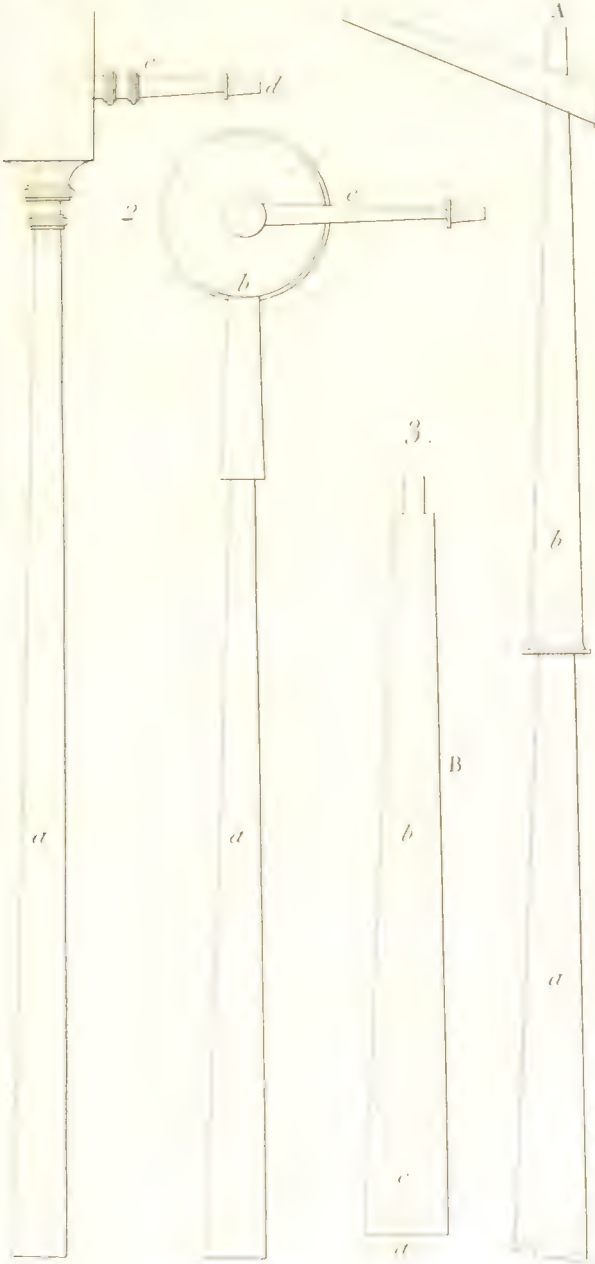
MINÉRALOGIE TECHNOLOGIQUE.

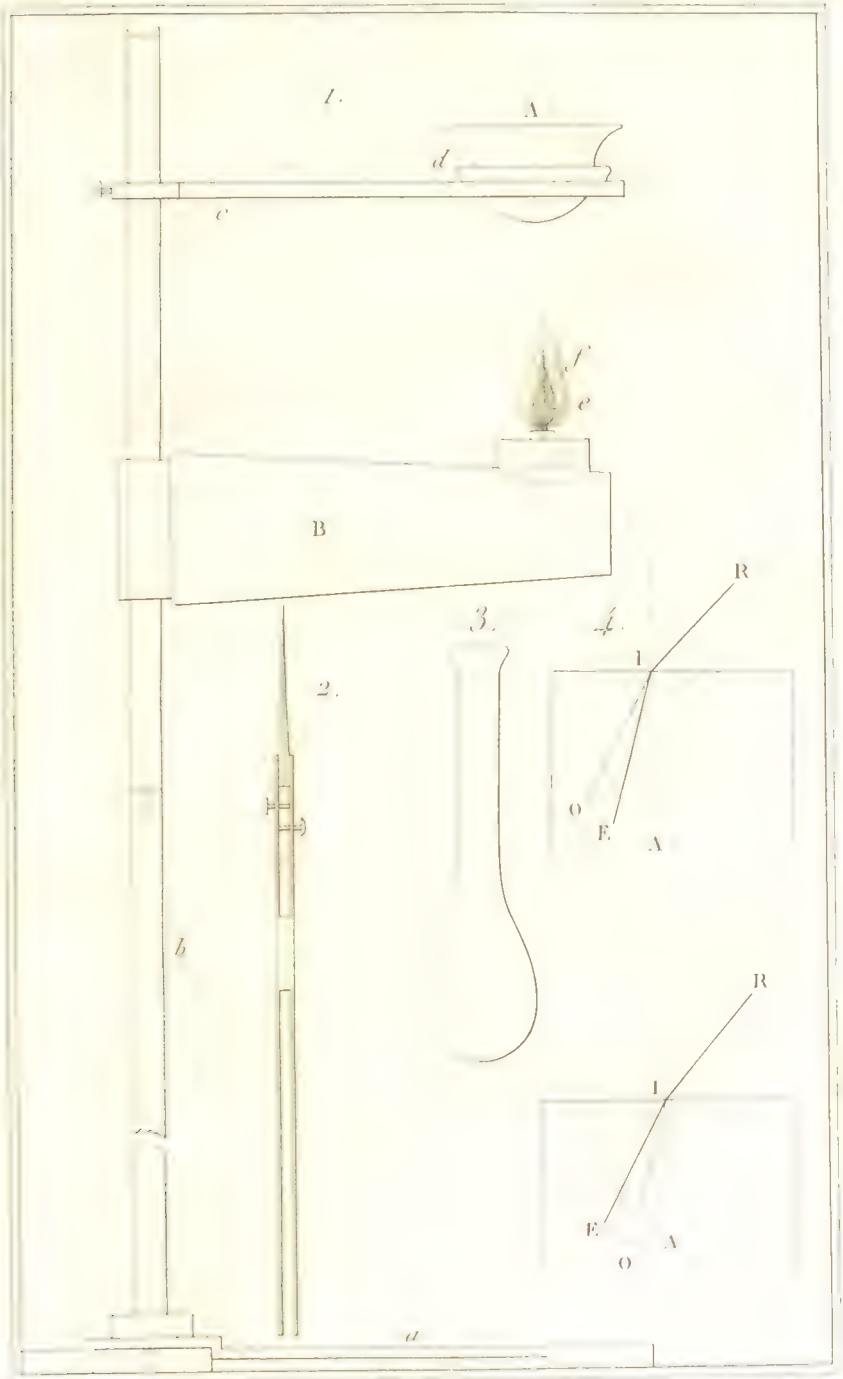
Cette considération est relative à l'application qu'on fait ou qu'on peut faire des minéraux, aux besoins, aux usages et aux agrémens de la vie, par conséquent à ce qu'on appelle généralement les arts utiles et les arts d'agrémens. Si on n'assignoit pas de limites à cette considération, elle embrasseroit tout, et c'est ce qui est arrivé dans les temps anciens à presque tous les auteurs, et dans les temps modernes encore à quelques uns; mais en la restreignant dans de justes limites, c'est-à-dire à l'examen de l'emploi immédiat et sans altération complète du minéral, en la réduisant à exprimer d'une manière suffisamment claire ce genre d'emploi, sans entrer dans le détail des moyens et des procédés, on laisse à cette considération tout ce qu'elle a d'intéressant, et surtout de satisfaisant pour un grand nombre d'esprits, et on en éloigne tout ce qui la rend tout-à-fait étran-

gère à l'histoire naturelle des minéraux, objet essentiel de la minéralogie.

Il ne faut pas cependant se borner à indiquer par une énumération sèche, vague et presque vaine, les différens usages et les différens arts dans lesquels les minéraux sont employés; mais il faut donner, à chaque partie de cette énumération, assez de développement pour inspirer de la confiance dans l'exactitude des faits que l'on avance, faire voir qu'ils ne résultent pas d'anciennes traditions fondées sur des malentendus, sur des récits erronés, superficiels ou quelquefois même faux; mais qu'ils sont le résultat, ou la conséquence d'une série d'observations, de connoissances ou de procédés dont on a dû passer les détails sous silence. C'est ainsi que nous avons cherché à traiter l'histoire technologique de chaque espèce minérale, c'est du moins dans ces limites que nous chercherons désormais à la réduire comme les seules qui ne sont ni tellement resserrées qu'on ne puisse y renfermer que des mots, ni tellement lâches qu'elles permettent de transformer la minéralogie en un traité des arts chimiques, métallurgiques, etc.

FIN.


1
3.
A
c
d
c
2
c
b
3.
b
B
a
a
b
a
c
a


1.
A
d
c
f
e
B
R
3.
4.
I
2.
O
E
A
b
R
I
E
A
O
a